



A Origem do Material Vegetal como resposta às Alterações Climáticas

Priscila Alexandra Cabrito Brás

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Florestal e dos Recursos Naturais

Orientador: Doutora Maria Helena Reis de Noronha Ribeiro de Almeida

Co-orientador: Mestre António Henrique Costa Gomes Soares Correia

Júri:

Presidente: Doutora Manuela Rodrigues Branco Simões, Professora Auxiliar com agregação do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

Vogais: Doutora Maria Helena Reis de Noronha Ribeiro de Almeida, Professora Associada do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa;

Doutor Filipe Miguel de Carvalho Costa e Silva, Professor Auxiliar Convidado do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

Agradecimentos

A elaboração do presente trabalho só foi possível devido ao apoio e colaboração de várias pessoas, a quem desejo testemunhar o meu sincero agradecimento:

À Professora Maria Helena Almeida, minha orientadora, pelo permanente apoio e incentivo, pelos conhecimentos transmitidos, críticas e sugestões na elaboração deste trabalho e na revisão do texto.

Ao Mestre António Henrique Correia (Departamento de Engenharia Florestal), meu co-orientador, pela sempre disponibilidade, apoio, incentivo, amizade e pelas críticas e sugestões deste trabalho.

A todos os meus colegas pela amizade, incentivo e apoio que sempre demonstraram, em especial à Helena Patrício, Patrícia Alves, Sónia Matos, Cátia Lopes, Alícia Horta, Tiago Bergano.

Aos meus Pais por tudo, e à minha irmã.

A todos os presentes e ausentes que não foram aqui mencionados, mas que de alguma forma contribuíram para que o cumprimento desta tarefa fosse possível.

Resumo

Este trabalho teve como objectivo fazer uma primeira avaliação da sobrevivência em três arboretos instalados em Lisboa (Tapada da Ajuda), Sintra (Parque Natural de Sintra-Cascais) e Vila Real (Quinta dos Prados - Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro), bem como a sobrevivência e crescimento de dois ensaios de proveniência, um de *Quercus robur* L., localizado em Vale de Cavalos – Viseu, e o outro de *Quercus ilex* L., localizado na Herdade do Esporão - Reguengos de Monsaraz.

Estes arboretos pertencem a uma rede de 38 arboretos que se distribuem desde a Escócia até Portugal (desde a latitude 37º até à 57º Norte) e que foram instalados no âmbito do projecto REINFFORCE, que pretende avaliar o efeito das alterações climáticas na floresta atlântica. Tanto os arboretos em que estão representadas 35 espécies, através da variação interespecífica, como os ensaios de proveniência ao nível intraespecífico permitem estimar o comportamento destas espécies em diferentes condições ambientais e avaliar a sua potencial utilização em acções de reflorestação futuras. Os resultados obtidos no ensaio de *Quercus robur* L., em Viseu – Vale de Cavalos, apresentaram uma taxa de sobrevivência acima de 70%. Quanto ao crescimento, apenas se observa uma proveniência com um crescimento mais baixo do que as restantes. Os resultados obtidos no ensaio de *Quercus ilex* L., em Reguengos de Monsaraz – Herdade do Esporão, apresentaram uma taxa de sobrevivência de 48%. Quanto ao crescimento, o grupo da Península Ibérica (Portugal e Espanha) são os que apresentam os crescimentos mais baixos.

Contudo os resultados obtidos são muito preliminares. Enquanto a informação relativa aos arboretos restringe-se à fase de instalação, a informação sobre os ensaios de proveniência referem-se a resultados obtidos dois anos após a instalação, que mostram variabilidade na adaptabilidade entre as várias proveniências analisadas para as características em estudo.

Palavras chave: ensaios de proveniência, arboretos, *Quercus robur* L., *Quercus ilex* L., variabilidade genética.

Abstract

The present work aims at presenting a first assessment of the plant survival on three arboreta, which were installed in Lisbon (Tapada da Ajuda), Sintra (Parque Natural de Sintra-Cascais) and Vila Real (Quinta dos Prados - Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro), as well as the survival analysis and the growth of plants from two provenance trials, one of *Quercus robur* L., located at Vale de Cavalos – Viseu, and another of *Quercus ilex* L., located at Herdade do Esporão - Reguengos de Monsaraz.

The three arboreta belong to a study with 38 arboreta distributed from Scotland until Portugal (from latitude 37° until longitude 57° north). The arboreta were installed under the project REINFFORCE, with the aim to evaluate how the climate changes affect the Atlantic forest. The arboreta, represented by 35 species, interspecific level, and the provenance trials, intraspecific level, allow us to estimate the behaviour of these genetic materials in different environmental situations and to evaluate their potential use in future reforestation. The results obtained in the provenance trial *Quercus robur* L. at Vale de Cavalos – Viseu presented a survival rate above 70%. In terms of growth, we only observed one provenance with lower growth compared with other provenances. The results obtained in the provenance trial *Quercus ilex* L. at Herdade do Esporão - Reguengos de Monsaraz presented a survival rate of 48%. In terms of growth, the provenances from the Iberian Peninsula (Portugal and Spain) presented the lower growth rate.

The obtained results are very preliminary. The information about arboreta concerns to the setting up phase (first year) and the information about the provenance trials was obtained only two years after the planting. Nevertheless, our results show variability among the different analysed provenances regarding the studied characteristics.

Keywords: provenance trails, arboreta, *Quercus robur* L., *Quercus ilex* L., genetic variability.

Extended abstract

Portuguese forests cover 3 500 000ha, which is about 36% of the total area of the country. The forestry sector is very important and very well-known, since it is one of the main sectors of the Portuguese economy. Apart from having an important economic aspect in providing raw materials, forest ecosystems have different and important roles in the environment and in the services domain. The growing urbanization leads the forest and its ecosystems to become sought for activities of pleasure and leisure.

Global climate changes are a menace to humanity and nature. The impact of climate changes can already be felt on the forest productivity and the carbon levels, the migration and extinction of important forest species, forest fires, pests and diseases (Santos, Forbes and Moita, 2001). Therefore, the success of reforestation actions and the sustainability of the forest areas rely on the adaptability of the forest species to the environmental changes. The genetic diversity is the raw material which allows populations to adapt to climate changes.

In the present work our goal is to contribute to the evaluation of climate changes in the Portuguese forest. Therefore, we collaborated in the installation and evaluation of trial fields aiming at determining responses of different species and provenances to site conditions. For that, we analyzed plant survival and growth in 3 arboreta – interspecific level – and in provenance trials of *Quercus robur* L. and *Quercus ilex* L. (*Quercus ilex* L. ssp *rofundifolia* L.T. Morais in the Portuguese provenance) – intraspecific level.

This work was developed under the project REINFFORCE, which has the aim to evaluate the effect of climate changes in the Atlantic forest. A unique network was established in the entire world of 38 arboreta to monitor the changes and to test the efficiency of the adaptation measures. The provenance trials are very important to distinguish populations and estimate their behaviour in different environmental situations. By allowing the description of the genetic resources, the provenance trials will give a contribution to the economic and environmental viability of these genetic materials and information about populations adaption.

The arboreta data is from trial fields in Lisbon – Tapada da Ajuda, in Sintra – Natural Park of Sintra-Cascais and in Vila Real – Quinta dos Prados.

For the survival variable in these trial fields, it was found that some species could adapt better than others. It was already expectable that some of them wouldn't adapt to the Portuguese climate. However, a few of them died due to the fact that some of the plants were

already in a bad condition when they were delivered to us. These plants had to receive a treatment of fungicide and insecticide.

The data of the provenance trials come from the trials in Vale de Cavalos and Herdade do Esporão. In Vale de Cavalos, as well as in Herdade do Esporão there were 6 blocks with 13 provenances of *Quercus robur* L. and *Quercus ilex* L. (*Quercus ilex* L. ssp *rotundifolia* for the Portuguese provenances).

In Vale de Cavalos, all the provenances showed average survival above 70%. The provenances did not differ significantly on the growth variables.

In Herdade do Esporão's trial, the provenances show average survival of 48%. Again, the provenances did not differ significantly on the growth variables.

Keywords: provenance trials, *arboreta*, *Quercus robur* L., *Quercus ilex* L., genetic variability.

Índice

Lista de Figuras.....	viii
Lista de Tabelas.....	ix
I Introdução.....	1
1 Breve caracterização da floresta em Portugal.....	1
2 Alterações Climáticas e os desafios da Floresta Portuguesa	1
3 Enquadramento dos conhecimentos.....	3
4 Objectivos.....	5
II Material e Métodos	6
1 Arboreto.....	6
1.1 Material vegetal	6
1.2 Caracterização dos locais.....	7
1.3 Delineamento experimental	9
1.4 Análise estatística dos dados	9
2 Ensaio de proveniência.....	10
2.1 <i>Quercus robur</i> L.....	10
2.2 <i>Quercus ilex</i> L.....	13
2.3 Delineamento experimental	16
2.4 Análise estatística dos dados	17
III Resultados e Discussão.....	19
1 Arboreto.....	19
1.1 Sobrevivência	19
2 Ensaio de proveniência.....	23
2.1 <i>Quercus robur</i> L.....	23

2.2	<i>Quercus ilex</i> L.....	27
IV	Conclusões	32
1	Arboreto.....	32
2	Ensaio de Proveniência	32
V	Referências bibliográficas	34
VI	Anexos.....	38

Lista de Figuras

Figura 1 - Localização das 13 proveniências representadas no ensaio de <i>Quercus robur</i> L.	10
Figura 2 - Localização das 13 proveniências representadas no ensaio de <i>Quercus ilex</i> L....	13
Figura 3 - Média e erro padrão das percentagens de sobrevivência por espécie no arboreto do ISA.	19
Figura 4 - Média e erro padrão das percentagens de sobrevivência por espécie no arboreto da UTAD.....	21
Figura 5 - Média e erro padrão das percentagens de sobrevivência por espécie no arboreto de Sintra.....	22
Figura 6 - Sobrevivências médias por proveniência e o respectivo erro padrão, com um ano de idade, em Viseu (Vale de Cavalos).	23
Figura 7 - Altura média (cm) e respectivo erro padrão para as proveniências para o ensaio em Vale de Cavalos, com um ano de idade. Os índices a, b indicam diferenças significativas de médias segundo o teste de Tukey.	24
Figura 8 - Diâmetros médios (mm) e respectivo erro padrão para as proveniências para o ensaio em Vale de Cavalos, com um ano de idade. Os índices a, b indicam diferenças significativas de médias segundo o teste de Tukey.	26
Figura 9 - Sobrevivências médias por proveniência e o respectivo erro padrão, aos dois anos de idade, em Reguengos de Monsaraz (Herdade do Esporão).	27
Figura 10 - Altura média (cm) e respectivo erro padrão para as proveniências em Reguengos de Monsaraz (Herdade do Esporão), com dois anos de idade. Os índices a, b, c indicam diferenças significativas de médias segundo o teste de Tukey.	29
Figura 11 - Diâmetros médios (mm) e respectivo erro padrão para as proveniências para o ensaio em Reguengos de Monsaraz (Herdade do Esporão), com dois anos de idade. Os índices a, b, c, d indicam diferenças significativas de médias segundo o teste de Tukey.	30

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Caracterização das condições ambientais dos campos experimentais (Adaptado de INE (2012); Orazio, C., (2013)).....	8
Tabela 2 - Proveniências representadas no ensaio de <i>Quercus robur</i> L. – Localização e respectivas condições edafoclimáticas.....	11
Tabela 3 - Localização e caracterização climática do ensaio de proveniência de <i>Quercus robur</i> L.....	12
Tabela 4 - Proveniências representadas no ensaio de <i>Quercus ilex</i> L. – Localização e respectivas condições edafoclimáticas.....	14
Tabela 5 - Localização e caracterização climática do ensaio de proveniência de <i>Quercus ilex</i> L.....	15
Tabela 6 - Resultados da regressão da variável sobrevivência de <i>Quercus robur</i> L.	24
Tabela 7 - Análise de variância para a variável altura para o ensaio em Vale de Cavalos – Viseu.	25
Tabela 8 - Análise de variância para a variável diâmetro médio para o ensaio em Vale de Cavalos - Viseu.	26
Tabela 9 - Resultados da regressão da variável sobrevivência de <i>Quercus ilex</i> L.	28
Tabela 10 - Análise de variância para a variável altura para o ensaio em Reguengos de Monsaraz (Herdade do Esporão).	29
Tabela 11 - Análise de variância para a variável diâmetro médio para o ensaio em Reguengos de Monsaraz (Herdade do Esporão).....	31

I Introdução

1 Breve caracterização da floresta em Portugal

A Floresta Portuguesa ocupa cerca de 3,5 milhões de hectares, o que corresponde aproximadamente a 1/3 do território nacional (ICNF, 2013). No Continente, a propriedade privada corresponde a 2,8 milhões de hectares de espaços florestais arborizados, ou seja, 84,2% do total, 6,5% dos quais pertencem a empresas industriais. As áreas públicas correspondem a 15,8% do total, dos quais apenas 2% (a menor percentagem na Europa) pertence ao Estado (DGRF, 2006).

O sector florestal representa cerca de 3% do Produto Interno Bruto e 10% das exportações. Uma estimativa relativa a 2001 apontava o valor de 1,3 mil milhões de euros como sendo o valor da produção económica total anual efectiva da floresta no Continente, não descontando as externalidades negativas (Mendes, 2005). Portugal extrai mais riqueza de um hectare de terra florestal do Continente (344 euros/ha/ano) do que qualquer outro país do Mediterrâneo (DGRF, 2006). É de salientar que o elevado valor económico total da floresta não se refere apenas à sua realização comercial, mas também aos serviços ambientais e sociais que presta. Tanto a floresta como as suas fileiras industriais - madeira, pasta, papel e cortiça - têm sido a base de um sector da economia que gera cerca de 113 mil empregos directos, ou seja, 2% da população activa (DGRF, 2006).

Em Portugal Continental, as espécies mais significativas são: o pinheiro bravo, com uma ocupação estimada em cerca de 714 mil hectares, o eucalipto com uma área de ocupação estimada em cerca de 812 mil hectares e o sobreiro com uma área de ocupação estimada em cerca de 737 mil hectares; estes valores correspondem a uma área total por espécie florestal dominante, sendo que no conjunto, estas três espécies correspondem a 72% da área florestal (ICNF, 2013).

2 Alterações Climáticas e os desafios da Floresta Portuguesa

Apesar da contingência na previsão dos impactos do efeito de estufa a uma escala regional, todas as projecções analisadas pelo *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPPC) convergem para um aquecimento terrestre. Os espaços florestais europeus serão afectados pelas alterações climáticas e a região mediterrânea, em particular a Europa do Sul, é considerada uma das regiões mais vulneráveis e onde se esperam impactos mais significativos (IPCC, 2007). Desde a década de 1970, a temperatura média subiu em todas

as regiões de Portugal Continental a uma taxa média de cerca de 0,5°C por década. As simulações de todos os modelos climáticos testados apontam para que ocorra um aumento significativo da temperatura média, em todas as regiões de Portugal Continental, até ao fim do século XXI. No caso da precipitação, em quase todos os modelos se prevê uma redução da mesma em todas as regiões de Portugal Continental. Os dias de geada tendem a desaparecer na maior parte do território, e os dias com temperaturas superiores a 35°C têm tendência a aumentar substancialmente, sobretudo nas regiões do interior (Santos e Miranda, 2006).

Esta alteração da temperatura e da precipitação deverá afectar não só a produtividade dos povoamentos, mas também deverá alterar a distribuição geográfica das espécies tal como a conhecemos. Os incêndios florestais e os agentes bióticos nocivos (pragas, doenças, espécies exóticas invasoras) também irão ter impactos directos nos povoamentos florestais, devido às alterações acima referidas. A variação sazonal destas variáveis é de especial importância em climas de influência mediterrânica, como o de Portugal Continental. Durante o período das chuvas, no inverno e no início da primavera, a baixa temperatura constitui uma forte limitação à produtividade vegetal, analogamente, quando a temperatura é mais elevada, a baixa precipitação conduz a um período de secura, o que limita a produtividade. A vulnerabilidade das espécies florestais é maior durante a fase juvenil, quando o sistema radicular ainda não se encontra completamente desenvolvido, limitando a capacidade de extracção de água, e também durante a fase reprodutiva, já que é nesta fase que há uma maior necessidade de condições ambientais favoráveis, para haver uma produção massiva de semente. Ao contrário das plantas jovens, as árvores adultas têm maior tolerância aos períodos desfavoráveis, quer pelas reservas acumuladas, quer pela maior extensão das suas raízes e copados (Pereira et al., 2002).

Prevê-se uma alteração na distribuição dos tipos florestais dominantes, fundamentalmente uma substituição das espécies com maior exigência de água por espécies mais tolerantes à secura. A tolerância das espécies florestais a condições climáticas adversas depende do seu potencial genético de adaptação, variando de espécie para espécie. A influência do clima na floresta não pode ser reduzida ao efeito da variação da temperatura média ou da precipitação, também se pode fazer sentir pela ocorrência de fenómenos extremos, como tempestades, vagas de frio ou de calor (Santos e Miranda, 2006).

No âmbito do projecto REINFFORCE, que pretendeu avaliar o efeito das alterações climáticas na floresta atlântica, o Instituto Superior de Agronomia (ISA) estabeleceu 3 arboretos e 4 campos experimentais que pertencem a uma rede de arboretos e campos

experimentais, única no mundo, entre as latitudes 37° e 58° para monitorizar as alterações e testar a eficiência das medidas de adaptação. Os 38 arboretos instalados irão explorar ao nível interespecífico (33 espécies), e intraespecífico (pelo menos 3 proveniências de cada uma delas), em ambientes distintos, que permitirão ao longo dos próximos 15 anos reunir uma base de dados os registos climáticos, a informação relativa à sobrevivência, estado sanitário, crescimento e fenologia, a utilizar em estudos futuros.

3 Enquadramento dos conhecimentos

Tradicionalmente, a variabilidade genética era ignorada pelos silvicultores, que consideravam que o desenvolvimento das árvores dependia apenas do ambiente em que se encontravam. No entanto, à semelhança dos restantes seres vivos, as árvores têm sistemas hereditários e é desde os anos 50 do século XX reconhecido que o sucesso das acções de reflorestação, em particular, e da sustentabilidade das áreas florestais, em geral, depende da adaptabilidade das essências florestais ao meio em que se encontram. No quadro de alterações climáticas, este conhecimento tem a maior relevância na medida em que a diversidade genética é a matéria-prima que permite às populações se adaptarem às alterações ambientais. Sendo o uso inapropriado de recursos genéticos uma das causas do insucesso de reflorestação tanto no curto como no longo prazo.

A variação natural de uma espécie constitui uma importante fonte de variabilidade genética que deve ser explorada. As diferenças geográficas sob controlo genético, especialmente para características relacionadas com a adaptabilidade, são frequentemente bastante elevadas (Zobel e Talbert, 1984 *cit in* Freixo, 2004). Os insucessos, que se verificaram na utilização de material de reprodução florestal não adaptado às condições ecológicas da região onde é empregue, levaram a que a garantia da sua identidade seja hoje uma condição indispensável nas acções de repovoamento florestal. Não podemos apenas conhecer a espécie que se pretende instalar, também é necessário conhecer-se a sua origem e a sua proveniência. A região de proveniência para uma espécie é o conjunto dos territórios submetidos a condições ecológicas praticamente uniformes, nos quais as populações apresentam características fenotípicas ou genéticas análogas (Portaria nº 134/94, de 4 de Março).

Por definição, ensaio de proveniência significa um ensaio de campo instalado segundo um modelo estatístico apropriado, que permite analisar, para uma espécie e para determinadas características, previamente seleccionadas, o comportamento de plantas provenientes de

diversos lotes de sementes colhidas em povoamentos autóctones ou não, da sua área de distribuição natural actual. Pretende, então, avaliar-se a componente genética da variação geográfica, e definir zonas de proveniência e de colheita de semente.

Considerando que as populações de árvores estão bem adaptadas ao clima e aos solos dos locais onde evoluíram, torna-se necessária uma boa avaliação das consequências da introdução de material genético fora do seu habitat. É importante realçar que devido à grande longevidade das árvores, os extremos absolutos dos fenómenos meteorológicos assumem uma grande importância, pelo que a quantidade e a distribuição sazonal da precipitação ou a ocorrência de geadas são tão importantes quanto o regime de temperaturas, principalmente nas fases iniciais de crescimento (Smith *et al.* 1994 *cit in* Esteves, 2002). As diferenças de altitude podem também ter efeitos críticos na temperatura, insolação e precipitação, condicionando a resposta de árvores adaptadas a condições diferentes.

Uma vez que a selecção natural não é o único factor a intervir na evolução das populações arbóreas, alguns ensaios demonstram que as populações nativas podem apresentar um comportamento inferior ao de populações de locais distantes. Torna-se essencial determinar, por meio de testes de proveniências, as condições ambientais para as quais uma proveniência se encontra adaptada, pois existem inúmeros exemplos de perdas de crescimento e qualidade devido ao efeito da interacção proveniência x ambiente (Wright, 1976; Zobel e Talbert, 1984 *cit in* Freixo, 2004).

Instalados em diversos locais de diferentes características ecológicas, os testes de proveniência permitem avaliar a variabilidade genética disponível para melhoramento, a existência de interacção genótipo x ambiente e maximizar a adaptabilidade das proveniências, com aplicações directas em silvicultura, melhoramento e conservação dos recursos genéticos. A avaliação do comportamento relativo às proveniências nos vários locais permite seleccionar, para a silvicultura, as que estão melhor adaptadas a essas condições, tornando possível a selecção quer de proveniências de comportamento estável em vários locais, quer de proveniências de comportamento superior para condições específicas, podendo ser alcançados ganhos consideráveis se forem seleccionadas as melhores proveniências para as plantações. Os testes de proveniências permitem avaliar a estabilidade de certas características das proveniências estudadas, definindo parâmetros de adaptabilidade das mesmas (Esteves, 2002).

Em Portugal, à semelhança de outros países europeus, a delimitação das regiões de proveniências das espécies florestais foi baseada em parâmetros ambientais (litologia,

orografia, zonagem ecológica e modo de exploração da espécie) e, como tal, estes limites poderão ser alvo de futuras modificações, através de informação genética obtida em ensaios de proveniência. De facto, é ao nível da proveniência que se encontra a maior proporção da variação das características adaptativas, razão pela qual os ensaios de proveniência de *Quercus robur* L. e *Quercus ilex* L. (*Quercus ilex* ssp. *rotundifolia* nas proveniências portuguesas) foram seleccionados como campos de demonstração do projecto REINFFORCE.

4 Objectivos

Para a concretização do presente trabalho estabelecemos assim, os seguintes objectivos:

1. Colaboração na instalação de infra-estruturas, das quais fazem parte três arboretos instalados em Lisboa (Tapada da Ajuda), Sintra (Parque Natural de Sintra-Cascais) e Vila Real (Quinta dos Prados - Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro) e dois ensaios de proveniência instalados em Viseu e Reguengos de Monsaraz;
2. Fazer uma primeira avaliação da adaptabilidade, através do estudo das variáveis sobrevivência e crescimento;
3. Analisar o nível de sobrevivência tanto dos arboretos como dos ensaios;
4. Analisar o crescimento, nomeadamente a altura média e o diâmetro médio, dos arboretos e dos ensaios.

II Material e Métodos

1 Arboreto

1.1 Material vegetal

O processo da selecção das 33 espécies e das proveniências para os arboretos está descrito num relatório técnico disponível online no website do IEFC (<http://www.iefc.net/>). Este relatório foi realizado em diferentes etapas e esteve condicionado à disponibilidade das sementes e à produção de plantas em viveiro. Pretendeu-se seleccionar as espécies com interesse económico, de maneira a que pudessem enfrentar o clima atlântico actual e futuro, pelo que foram seleccionadas as seguintes espécies:

<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> (Sénécl.) W.H.G.
<i>Betula pendula</i> Roth	<i>Pinus elliottii</i> Engelm.
<i>Calocedrus decurrens</i> (Torr.) Florin	<i>Pinus nigra</i> subsp. <i>laricio</i> Maire
<i>Castanea sativa</i> Mill.	<i>Pinus nigra</i> subsp. <i>salzmannii</i> (Dunal) Franco
<i>Cedrus atlantica</i> (Endl.) Manetti ex Carrière	<i>Pinus peuce</i> Griseb.
<i>Cedrus libani</i> A.Rich.	<i>Pinus pinaster</i> Aiton
<i>Ceratonia siliqua</i> L.	<i>Pinus pinea</i> L.
<i>Cunninghamia lanceolata</i> (Lamb.) Hook.	<i>Pinus ponderosa</i> Douglas ex C.Lawson
<i>Cupressus sempervirens</i> L.	<i>Pinus sylvestris</i> L.
<i>Eucalyptus nitens</i> (H.Deane & Maiden) Maiden	<i>Pinus taeda</i> L.
<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	<i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.) Franco
<i>Eucalyptus gundal</i> (<i>gunnii</i> x <i>darlympleana</i>)	<i>Quercus ilex</i> L.
<i>Fagus orientalis</i> Lipsky	<i>Quercus ilex</i> subsp. <i>rotundifolia</i> (Lam.) O. Schwarz ex Tab. Morais
<i>Fagus sylvatica</i> L.	<i>Quercus petraea</i> (Matt.) Liebl.
<i>Larix decidua</i> Mill.	<i>Quercus robur</i> L.
<i>Liquidambar styraciflua</i> L.	<i>Quercus rubra</i> L.
<i>Pinus brutia</i> Ten.	

Quercus shumardii Buckley*Sequoia sempervirens* (D.Don) Endl.*Quercus suber* L.*Thuja plicata* Don ex D.Don*Robinia pseudoacacia* L.

Os arboretos são compostos por 33 espécies, representadas pelo menos por 3 proveniências (obrigatórias), sendo que cada uma delas é avaliada através de 12 plantas. Quatro destas espécies (*Pinus pinaster* Aiton, *Cedrus atlântica* (Endl.) Manetti ex Carrière, *Betula pendula* Roth e *Quercus robur* L.) funcionam como controle, ou seja, visam avaliar a variação ambiental do local em que foi instalado o arboreto. Neste caso foram plantadas 36 plantas de cada proveniência, distribuídas no arboreto, em grupos de 12 ou 6, de forma a permitir fazer uma estimativa da variação do local.

A origem do material vegetal de reprodução para a rede de arboretos encontra-se no Anexo 1. Todas as plantas de um mesmo lote (espécie, proveniência) deveriam ter sido produzidas no mesmo viveiro em França, no entanto, devido a diversas vicissitudes ocorridas durante o processo de produção das plantas, nem todos os lotes foram produzidos nesse mesmo viveiro.

1.2 Caracterização dos locais

Em Portugal Continental foram instalados três arboretos em locais com diferentes características edafoclimáticas. Na Tabela 1 observamos as características das condições ambientais mais relevantes dos campos experimentais.

Os arboretos estão localizados em:

- Lisboa – Tapada da Ajuda - Instituto Superior de Agronomia; é o que se encontra mais a sul da rede do REINFFORCE;
- Sintra – Parque Natural de Sintra-Cascais;
- Vila Real – Quinta dos Prados - Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.

Tabela 1 - Caracterização das condições ambientais dos campos experimentais (Adaptado de INE (2012); Orazio, C., (2013)).

		Lisboa – Tapada da Ajuda - Instituto Superior de Agronomia	Sintra – Parque Natural de Sintra- Cascais	Vila Real – Quinta dos Prados - Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro
Latitude		38.715284 N°	38.780082 N°	41.28773 N°
Longitude		-9.190578 W°	-9.413588 W°	-7.74041 W°
Altitude		106 m	400 m	400 m
Clima	Precipitação média anual	823 mm	1019 mm	1128 mm
	Precipitação média dos 3 meses mais secos	10 mm	13 mm	25 mm
	Temperatura média do mês mais quente	28,6°C	28,6°C	28,0°C
	Temperatura média do mês mais frio	6,6°C	5,4°C	0,6°C
	Número de dias de geada/ano	0	1	30
Solos	Topografia	Declive médio	Declive médio	Declive médio
	Inclinação	8%	19 %	19 %
	Hidrologia	Situado na bacia hidrográfica do Tejo	Situado na bacia hidrográfica do Tejo	Situado na bacia hidrográfica do Douro
	pH (solo camada de 0 - 30cm)	6,44	4,31	4,5
	Tipo de solo	Leptossolos	Cambiossolos	Leptossolos
		Subtipo	Vértico	Húmico
Preparação do terreno		Consistiu essencialmente na remoção de acácias e no controlo da vegetação espontânea.	Consistiu principalmente no corte e controlo das acácias, <i>Pitosporum undulatum</i> , e da vegetação espontânea.	Consistiu principalmente nos cortes dos povoamentos de <i>C. sativa</i> e <i>P. pinaster</i> , e no controlo da vegetação espontânea.

Para proceder à instalação dos arboretos foi realizada uma limpeza de mato, seguida de uma piquetagem com marcação do compasso (3x3m) de plantação e abertura das covas com recurso a uma mini retroescavadora, e, finalmente, recorreu-se à fertilização de fundo (N:P:K) no momento da plantação.

A distribuição das plantas foi efectuada de acordo com o delineamento experimental e, posteriormente, efectuou-se a plantação à cova. Para protecção das plantas foram colocados tubos protectores da SINORGAN, com uma altura de 80 cm, um diâmetro de 10 cm e com uma dimensão de malha 3x11mm, fixados por meio de um tutor; a finalidade dos tubos protectores é evitar possíveis danos causados por animais nas plantas jovens. No fim da plantação efectuou-se a rega, a medição das alturas e dos diâmetros do colo de todas as plantas.

1.3 Delineamento experimental

Para permitir a análise futura da informação gerada nos arboretos, todos os parceiros envolvidos no projecto REINFFORCE utilizaram o mesmo delineamento experimental. O conjunto de 12 plantas de uma proveniência designa-se por unidade genética (UG). Nos locais onde existe a possibilidade de uma maior variabilidade ao longo do local de instalação, Lisboa - Tapada da Ajuda e Sintra – Parque Natural de Sintra Cascais, decidiu-se instalar unidades de 6 plantas, para colocar um maior número de repetições de UG por parcela. No Anexo 2 encontra-se a lista das espécies para esta rede de arboretos.

1.4 Análise estatística dos dados

Para a análise dos dados recorreu-se ao *software* R. Este *software* é um conjunto integrado de ferramentas computacionais que permite a manipulação e análise de dados, o cálculo numérico e a produção de gráficos, e funciona, fundamentalmente, no modo “pergunta-resposta”, pelo que utiliza uma linguagem simples mediante comandos.

A variável sobrevivência é do tipo qualitativo ou categórico. No entanto, no nosso caso, trata-se de uma variável que só admite duas categorias: Variáveis binárias (vivo/morto). Na análise estatística, que se efectuou para a variável sobrevivência, foi utilizado um modelo de

regressão logística baseado na aplicação da transformação *logit* a uma proporção (Lemeshow e Hosmer, 1989), através do *software* R.

2 Ensaios de proveniência

2.1 *Quercus robur* L.

2.1.1 Caracterização das condições ambientais do campo experimental - Material vegetal e local

No ano de 2011 foi instalado em Viseu (Vale de Cavalos) um ensaio de proveniências de *Quercus robur* L., onde estão representadas 13 proveniências. Estas proveniências vêm da Croácia (Croatia), de França (Boulogne-sur-Mer, Paroy), da Holanda (Renswoude), da Irlanda (Kildare, Kilkenny, Offaly e Westmeath), da Polónia (Brzeg e Piaski) e de Portugal (Oliveira de Frades, Ponte de Lima e Vieira do Minho). As plantas foram produzidas no viveiro florestal do Instituto Superior de Agronomia no ano de 2008. Na Figura 1 é possível observar a localização das 13 proveniências representadas no ensaio de *Quercus robur* L. e na tabela 2 observam-se as condições edafoclimáticas de cada um dos locais.

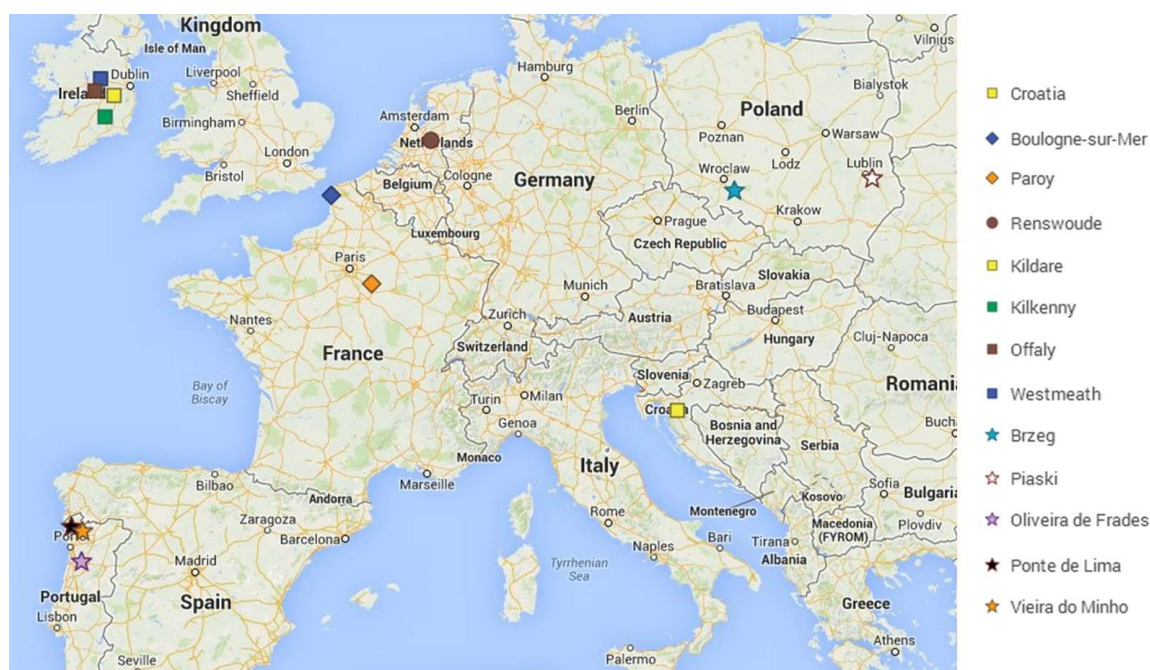


Figura 1 - Localização das 13 proveniências representadas no ensaio de *Quercus robur* L.

Tabela 2 - Proveniências representadas no ensaio de *Quercus robur* L. – Localização e respectivas condições edafoclimáticas.

Proveniências	Localização e Condições edafoclimáticas
Croatia (HR)	Na Croácia existe uma grande variedade de climas, sendo continental no Norte e Leste e mediterrânico ao longo do litoral.
Boulogne-sur-Mer (FR)	Localiza-se no Norte da França e tem um clima oceânico, com invernos suaves e verões frescos. A média da temperatura anual é de 10,9°C, tem uma precipitação anual de 702mm e a altitude máxima é de 110m.
Paroy (FR)	Situa-se no Norte centro da França, onde predomina o clima oceânico. A altitude máxima é de 152m.
Renswoude (NL)	Localiza-se no centro da Holanda, onde o clima é quente e temperado. Existe uma precipitação significativa ao longo do ano. No mês mais seco existe precipitação. A temperatura média anual é 9,3 °C e a precipitação média anual é de 787 mm.
Kildare (IE)	Localizam-se na província de Leinster, na região Este da Irlanda. O clima é temperado oceânico e húmido com chuva distribuída ao longo do ano. Os verões raramente são muito quentes, mas os invernos são frios e com queda de neve.
Kilkenny (IE)	
Offaly (IE)	
Westmeath (IE)	
Brzeg (PL)	Situam-se no Sudoeste e Sudeste, respectivamente, da Polónia.
Piaski (PL)	A Polónia apresenta um clima continental com invernos bastante frios e secos e os verões são quentes e chuvosos.
Oliveira de Frades (PT)	Situa-se na região centro de Portugal, tem um clima mediterrânico, a temperatura média anual é de 13,8°C e a precipitação média anual é de 1200mm. Tem uma altitude máxima de 375m.
Vieira do Minho (PT)	Situa-se no Norte de Portugal, com um clima mediterrânico. A temperatura média anual é de 13,4°C e com uma precipitação é de 1260mm. A altitude máxima é de 391m.
Ponte de Lima (PT)	Localiza-se na região Norte de Portugal. O clima é mediterrânico, temperatura média anual é de 14,8°C e a precipitação é de 1228mm.

A localização do ensaio e a sua caracterização encontram-se na Tabela 3. Neste ensaio um dos blocos está distanciado dos outros, o bloco VI.

Tabela 3 - Localização e caracterização climática do ensaio de proveniência de *Quercus robur* L.

Latitude	40.672306 N°
Longitude	-7.910614 W°
Altitude	385 m
Clima	Precipitação média anual: 1200 mm Precipitação média dos 3 meses mais secos: 26 mm Temperatura média do mês mais quente: 27,4°C Temperatura média do mês mais frio: 2,1°C Número de dias de geada/ano: 41
Solos	Topografia: planalto Inclinação: 4% Hidrologia: Não há informações disponíveis pH (solo camada de 0-30 cm): 4,6 Tipo de solo: Vertissolos
Preparação do terreno	Procedeu-se a uma limpeza do mato com um corta-mato. Após a limpeza procedeu-se à piquetagem para marcar as covas. Abriram-se as covas com uma retroescavadora, colocou-se adubo nas covas, e finalmente abriu-se um covacho para colocar a planta.

Quercus robur L. (carvalho alvarinho, carvalho roble) tem uma ampla distribuição geográfica na europa, principalmente em matas de clima temperado, sendo que, em Portugal, esta distribuição ocorre espontaneamente no Noroeste. Para haver uma ampla distribuição de *Quercus robur* L. é necessário que a precipitação média anual seja superior a 600 mm, as temperaturas se situem entre de -15°C a 10°C no inverno e de 10°C a 25°C no verão, e realça-se o facto de *Quercus robur* L. ter uma grande resistência ao frio, tolerar ventos fortes (Correia e Oliveira, 2003) e ser relativamente tolerante a solos mal drenados e pouco arejados.

Em Vale de Cavalos, o local deste ensaio, está localizado entre o Norte e Centro de Portugal e tem um clima mediterrânico com influência continental e marítima. Os invernos são de frescos a frios e húmidos, sendo que em média têm uma precipitação de 1200 mm. Ao

contrário da primavera, que é amena, o verão é quente e seco e o Outono é húmido e fresco.

2.2 *Quercus ilex* L.

2.2.1 Caracterização das condições ambientais do campo experimental - Material vegetal e local

No ano de 2010 foi instalado em Reguengos de Monsaraz (Herdade do Esporão) um ensaio de proveniências de *Quercus ilex* L. onde estão representadas 13 proveniências. Estas proveniências vêm da Croácia (Biograd na Moru, Dubrovnik, Island Korcula, Lastovo e Makarska), de Espanha (Cuenca, LaMancha, Salamanca e Sierra Morena), de França (Foret_St_Augustin) e de Portugal (Bragança, Castro Marim e Mora). As plantas foram produzidas no viveiro florestal do Instituto Superior de Agronomia no ano de 2008. Na Figura 2 é possível observar a localização das 13 proveniências representadas no ensaio de *Quercus ilex* L. e na tabela 4 observam-se as condições edafoclimáticas de cada um dos locais.

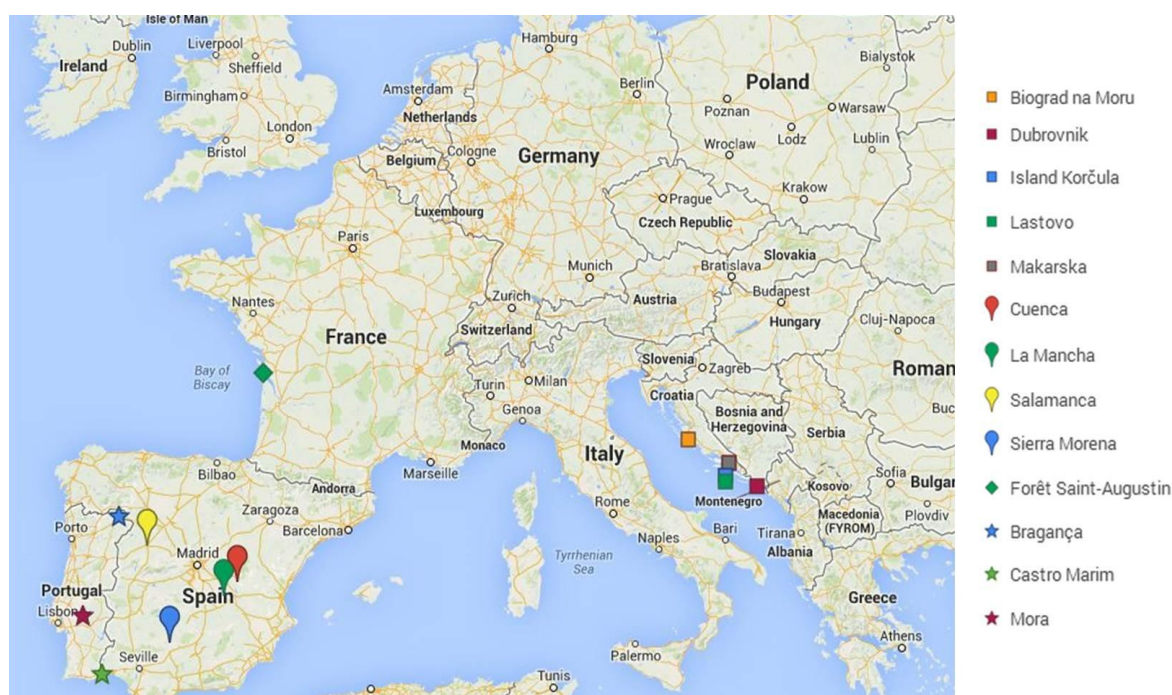


Figura 2 - Localização das 13 proveniências representadas no ensaio de *Quercus ilex* L.

Tabela 4 - Proveniências representadas no ensaio de *Quercus ilex* L. – Localização e respectivas condições edafoclimáticas

Proveniências	Localização e Condições edafoclimáticas
Biograd na Moru (HR)	Localizam-se no centro e Sul da Croácia respectivamente, na região da costa, onde o clima é mediterrânico com verões quentes e secos e invernos suaves e húmidos. É uma zona ventosa, com uma precipitação de 840-1300mm.
Dubrovnik (HR)	
Island Korcula (HR)	Situa-se numa Ilha a Sudeste da Croácia, com um clima mediterrânico. A temperatura média em Janeiro é de 9,8°C e em Julho de 26,9°C. A precipitação média anual é de 1100mm.
Lastovo (HR)	Situa-se numa Ilha croata e tem um clima mediterrânico, dominado por invernos suaves e húmidos e com verões longos, quentes e secos. A precipitação anual é de 622mm.
Makarska (HR)	Fica situada na costa adriática da Croácia. O clima é mediterrânico, enquanto os invernos são húmidos e quentes, os verões são quentes e secos.
Cuenca (ES)	Situa-se no centro de Espanha com um clima típico do mediterrânico continental de Espanha, sendo que os invernos são frios e os verões são muito quentes. A Primavera e o Outono são curtos com noites bastante frias devido à sua altitude (956m). A precipitação anual é superior a 500mm.
LaMancha (ES)	Localiza-se no centro de Espanha e o clima é semi-árido frio. É a maior planície na Península Ibérica, com uma altitude de 610m. Todo o território é plano, árido e seco.
Salamanca (ES)	Situa-se no Noroeste da Espanha, com um clima mediterrânico continental, em que os invernos são frios e os verões quentes são atenuados pela altitude, no entanto, Salamanca caracteriza-se pela secura ao longo do ano. A precipitação anual é de 430mm.
Sierra Morena (ES)	Localiza-se no Centro Sul de Espanha e o clima é mediterrânico.
Foret_St_Augustin (FR)	Fica situado a Sudoeste da França e caracteriza-se por ter um clima oceânico e a precipitação ser inferior a 900mm, com precipitações regulares e abundantes.
Bragança (PT)	Localiza-se a Norte de Portugal. O clima é temperado, mas com influências tanto continentais como atlânticas. O verão é quente e seco, o inverno é longo, frio e húmido, onde a temperatura média anual é de 11,6°C. A precipitação anual é de 772mm. A altitude máxima é de 700m.
Castro Marim (PT)	Situado no Sul de Portugal, o clima é do tipo mediterrânico, onde a temperatura média anual é de 17,6°C e com uma precipitação anual inferior a 500mm. A altitude máxima é de 6m.
Mora (PT)	Situado na região do Alentejo, caracteriza-se por ter um clima mediterrânico, uma temperatura média anual de 16,9°C e uma precipitação média anual de 644mm. A altitude máxima é de 111m.

A localização do ensaio e a sua caracterização encontram-se na Tabela 5. Neste campo experimental, os blocos 5 e 6 encontram-se orientados para Sudeste, enquanto os blocos 1,2,3 e 4 encontram-se orientados para Nordeste

Tabela 5 - Localização e caracterização climática do ensaio de proveniência de *Quercus ilex* L.

Latitude	38.380114 N°
Longitude	-7.560410 W°
Altitude	278 m
Clima	Precipitação média anual: 700 mm Precipitação média dos 3 meses mais secos: 10 mm Temperatura média do mês mais quente: 34,6°C Temperatura média do mês mais frio: 1,7°C Número de dias de geada/ano: 7,2
Solos	Topografia: pouco acentuado Hidrologia: local está situado na bacia hidrográfica do rio Guadiana Tipo de solo: 42% dos solos existentes são de classe E - em virtude de serem solos esqueléticos com elevados riscos de erosão, afloramentos rochosos e muito baixa fertilidade. Sendo na sua maioria rochosos ou constituídos por mato. É uma área quase plana, ondulada, interrompida por algumas serras de pequena altitude (Monfurado, Montemuro e Ossa), onde predominam solos de origem xistosa e granítica
Preparação do terreno	Procedeu-se a uma limpeza do mato com um corta-mato. Após a limpeza procedeu-se à piquetação para marcar as covas. Abriram-se as covas com uma retroescavadora, colocou-se adubo nas covas, e finalmente abriu-se um covacho para colocar a planta.

Quercus ilex L. distribui-se no Sul da Europa e *Quercus ilex* L. ssp. *rotundifolia* presente em Portugal, distribui-se desde o Nordeste Transmontano até ao Algarve, sendo mais abundante no interior Alentejano, onde forma povoamentos denominados montados de azinho e encontram-se também em povoamentos mistos com sobreiros. Esta espécie está perfeitamente adaptada a regiões com baixas precipitações e verões rigorosos e serve-lhe qualquer tipo de solo, vegeta desde o nível do mar até aos 1400 m. A folhada contribui para o aumento da fertilidade e melhoria das características físico-químicas do solo. É uma espécie com elevado valor sob os pontos de vista ecológico e ambiental no contexto da Península Ibérica, devido aos benefícios que incute em termos de biodiversidade e do combate à desertificação (Carvalho, 1997).

Tutin *et al.* (citado em Lousã, M. e Fabião, A., s.d.) na *Flora Europaea* reconhecem dois taxa distintos que correspondem à designação específica de *Quercus ilex* L.: as subespécies *Q. ilex* L. ssp. *ilex* e *Q. ilex* ssp. *rotundifolia* (Lam.) T. Morais. De acordo com esta referência, enquanto a primeira das duas subespécies ocorre naturalmente em toda a área de distribuição geográfica da espécie, com excepção de Portugal e da maior parte da Espanha, a segunda encontra-se essencialmente em Espanha e Portugal, bem como na parte do Norte de África (Castroviejo *et al.*, 1990 citado em Lousã, M. e Fabião, A.). *Quercus ilex* L. ssp. *rotundifolia* tem a folha redonda e a bolota é doce, ao contrário da *Quercus ilex* L. ssp. *ilex* que tem a folha lanceolada a ablongo-lanceolada e a bolota é amarga. *Quercus ilex* L. ssp. *ilex* não é muito fácil de encontrar, já que, em Portugal, parece existir apenas introduzida em parques e arboretos (Lousã, M., e Fabião, A.).

2.3 Delineamento experimental

O delineamento experimental, utilizado na instalação de ambos os ensaios, foi de blocos casualizados completos. Este delineamento permite controlar a variabilidade ambiental através do estabelecimento de blocos homogêneos e, além disso, é apropriado para ensaios de campo em que o número de tratamentos não é grande. Foram considerados 6 blocos e 5 repetições de planta por bloco, dispostas em linha. Optou-se por um compasso de 4x4m, foi evitado o dano por roedores através da protecção das plantas com tubos da SINORGAN, com uma altura de 60 cm e um diâmetro de 20 cm e a parte superior era de rede (1/3 do comprimento) para permitir a circulação do ar e evitar o sobreaquecimento das plantas.

Neste estudo, os parâmetros avaliados foram a sobrevivência, a altura e o diâmetro do colo. Estas características permitem avaliar a adaptabilidade das plantas às condições locais, uma vez que o crescimento é uma característica integradora do desenvolvimento das plantas.

Realizou-se uma medição da altura, bem como do diâmetro do colo de todas as plantas logo a seguir à plantação. Após o primeiro ano no ensaio de *Quercus robur* L. e após o segundo ano no ensaio de *Quercus ilex* L., voltámos a fazer medições, tanto na altura, como no diâmetro do colo de todas as plantas. Foi avaliada a sobrevivência em todas as árvores no primeiro e segundo ano após a plantação, tal como também foi avaliada a proporção do número de indivíduos sobreviventes em cada unidade experimental entre o tempo t_0 (data da plantação) e o tempo t_1 (um ano após a plantação do ensaio de *Quercus robur* L. e dois anos

após a plantação do ensaio de *Quercus ilex* L.). As observações foram realizadas nos 6 blocos em ambos os ensaios, no entanto, é preciso considerar que apenas foram contabilizadas as árvores plantadas originalmente e que as plantas retanchadas não foram tidas em consideração.

2.4 Análise estatística dos dados

Para o tratamento dos dados recorreu-se ao *software* R. Nestes ensaios de campo relacionados com espécies florestais, muitos dos parâmetros avaliados são do tipo quantitativo como é o caso da altura e do diâmetro, cujas medições implicam a anotação de dados numéricos. Ao contrário dos outros parâmetros da altura e do diâmetro, o parâmetro da sobrevivência é do tipo qualitativo. Pode dizer-se que se trata de variáveis binárias por só admitirem duas categorias (vivo/morto).

A análise estatística, que se efectuou para a variável sobrevivência, foi utilizado um modelo de regressão logística baseado na aplicação da transformação *logit* a uma proporção (Lemeshow e Hosmer, 1989), através do *software* R. Para calcular os valores da média e do erro padrão, de cada proveniência, considerou-se uma distribuição binomial, de média μ e

erro padrão $\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$.

A análise de estatística utilizada para as variáveis altura e diâmetro do colo, para os anos 2010 e 2012 para o ensaio de *Quercus ilex* L. e para os anos 2011 e 2012 para o ensaio de *Quercus robur* L., foi uma análise de variância (ANOVA) a dois factores (α =proveniência e β =bloco) com interacção, em que foi considerado um modelo linear equilibrado:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk} \quad \begin{array}{l} (i=1, \dots, 13), (j=1, \dots, 30), (k=5) \text{ ensaio de } Q. \text{ ilex L.} \\ (i=1, \dots, 13), (j=1, \dots, 30), (k=5) \text{ ensaio de } Q. \text{ robur L.} \end{array}$$

onde:

Y_{ijk} representa a variável resposta, isto é, representa a observação experimental do nível i da proveniência e do bloco j ;

μ representa a média das populações;

α_i representa o efeito da proveniência i ; que varia $i=1, \dots, 13$;

β_j representa efeito do bloco j , que varia $j=1, \dots, 6$;

$(\alpha\beta)_{ij}$ efeito da interacção entre a proveniência $i=1, \dots, 13$ e o bloco $j=1, \dots, 6$;

ε_{ijk} erro aleatório associado à observação Y_{ijk} ;

O nível de significância considerado foi de 0,05% ($\alpha=5\%$)

No modelo da análise de variância (ANOVA) a dois factores foi considerada a interacção entre as proveniências e os blocos, de modo a remover a variação do erro deste tipo de variabilidade e permitir que o teste de F detecte diferenças significativas entre proveniências caso elas existam.

Para verificar se existem diferenças significativas entre as médias das proveniências foi utilizado para todas as variáveis o teste de comparação de médias – Teste de Tukey, o qual se expressa do seguinte modo:

$$H_0: \mu_i = \mu_j \text{ versus } H_1: \mu_i \neq \mu_j \quad (\text{Cadima, 1999}).$$

III Resultados e Discussão

1 Arboreto

1.1 Sobrevivência

A sobrevivência, para a rede de arboretos, foi avaliada uns meses após a plantação. Esta avaliação ocorreu em Outubro de 2012 no arboreto de Lisboa – Tapada da Ajuda – Instituto Superior de Agronomia e no arboreto de Vila Real – Quinta dos Prados - Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. O arboreto de Sintra – Parque Natural de Sintra-Cascais foi avaliado em Março de 2013. A avaliação constou numa contagem das plantas vivas por espécie e por proveniência. Nos gráficos seguintes observamos as médias das percentagens de sobrevivências por espécie e o respectivo erro padrão.

Na Figura 3 são apresentadas as sobrevivências médias por proveniência para o arboreto instalado na Tapada da Ajuda, Instituto Superior de Agronomia, que tem uma percentagem de sobrevivência de média global de 60,82%.

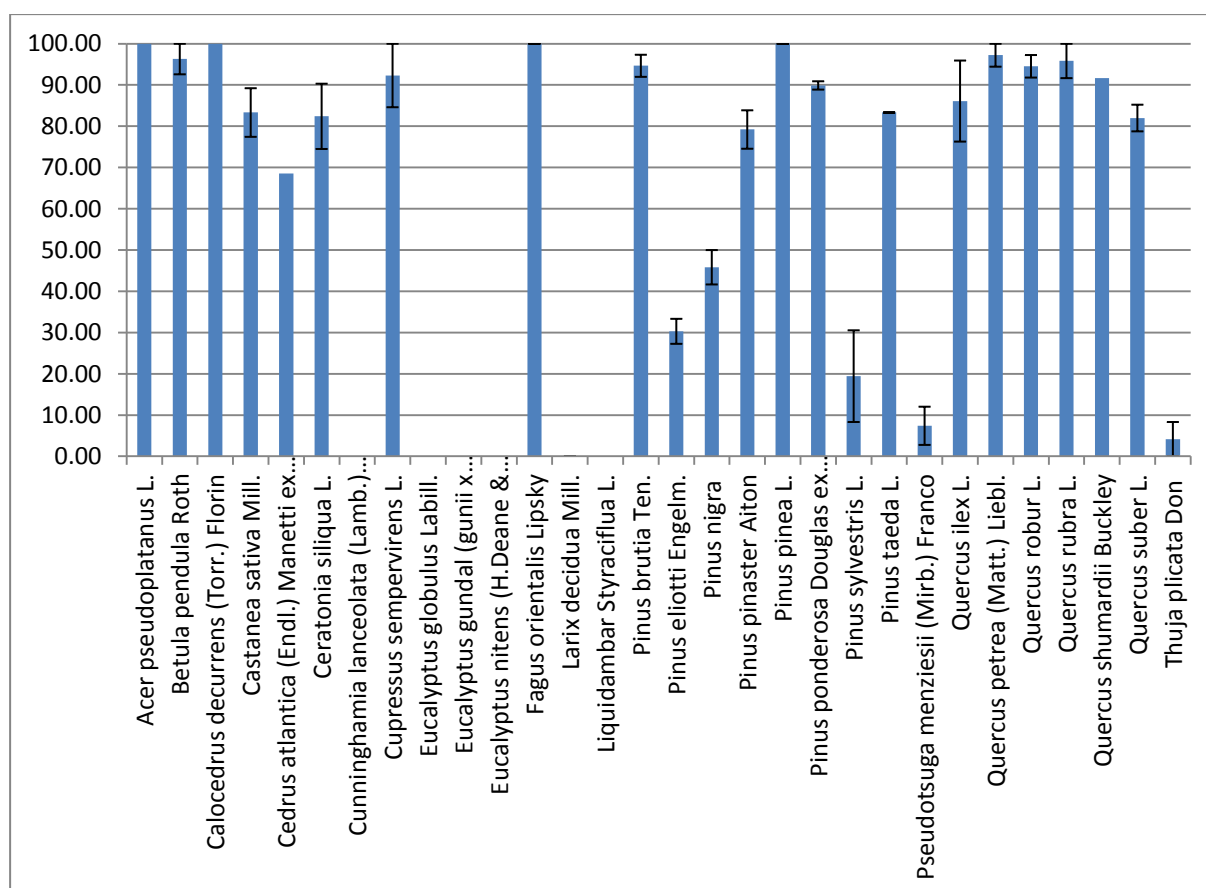


Figura 3 - Média e erro padrão das percentagens de sobrevivência por espécie no arboreto do ISA.

Na Figura acima observou-se que existe elevada mortalidade nas espécies *Cedrus atlantica* (Endl.) Manetti ex Carrière, *Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook., *Eucalyptus globulus* Labill., *Eucalyptus gundal* (gunii x darlympleana), *Eucalyptus nitens* (H.Deane & Maiden) Maiden, *Larix decidua* Mill., *Liquidambar styraciflua* L., *Thuja plicata* Don, *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco. Também se verificou que certas espécies de *Pinus* não se adaptaram bem ao local nos primeiros meses, isto pode dever-se a vários factores como por exemplo o estado fitossanitário das plantas, em particular o do *Pinus sylvestris* L., já que apresenta um erro padrão elevado.

No caso dos eucaliptos, a sobrevivência foi nula. Os eucaliptos chegaram ao viveiro em mau estado, afectados pelo fungo *Botrytis cinerea*, uma doença que afecta os eucalipto de viveiro. Estes eucaliptos tiveram um tratamento à base de fungicida e insecticida. Por terem ficado pouco tempo em tratamento, pode dizer-se que essa foi a causa mais provável da sua mortalidade deste arboreto. No caso dos outros dois arboretos, o de Vila Real e o de Sintra, não se verificou a mortalidade, por um lado, foram instalados mais tarde e, por outro, o tratamento surtiu efeito sobre eles, o que levou a que estas plantas sobrevivessem.

A *Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook. é uma espécie nativa da China, que se encontra em altitudes superiores a 1000m, com temperaturas a variar de 12°C a 23°C e com uma precipitação de 660 a 2450mm. Quando chegou ao nosso viveiro, esta planta também apresentava fungos, pelo que foi tratada quimicamente. Apesar do tratamento e à semelhança dos eucaliptos, a *Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook. não sobreviveu.

Na Figura 4 são apresentadas as sobrevivências médias por proveniência para o arboreto instalado na Quinta dos Prados, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, que tem uma percentagem de sobrevivência de média global de 96,82%.

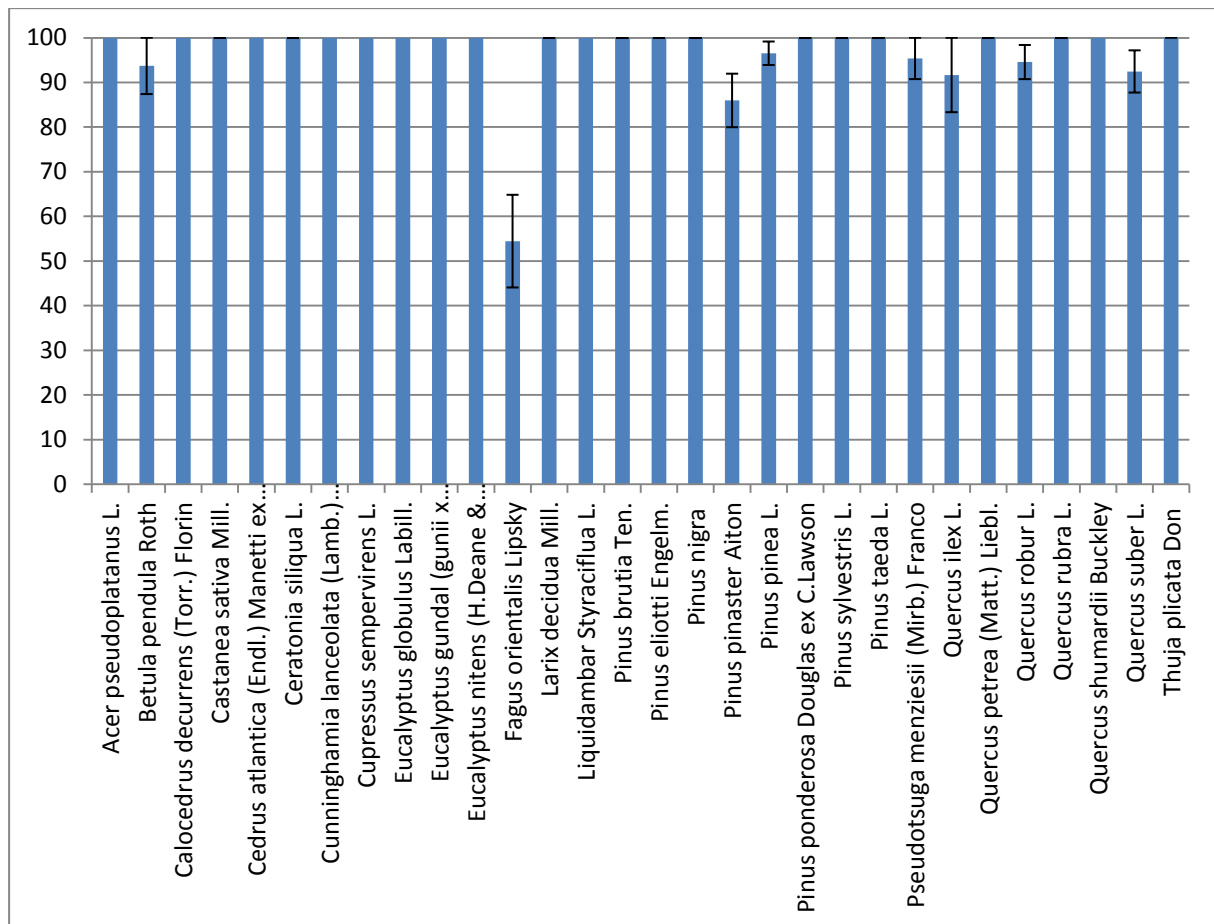


Figura 4 - Média e erro padrão das percentagens de sobrevivência por espécie no arboreto da UTAD.

Na Figura acima observa-se uma percentagem elevada de sobrevivência (medido nos meses seguintes à plantação). A maior taxa de mortalidade verifica-se na espécie *Fagus orientalis* Lipsky. com uma taxa de sobrevivência superior a 50% e com o maior erro padrão deste gráfico. Na espécie *Quercus ilex* L. ssp *rotundifolia* L. T. Morais, a mortalidade foi maior apenas numa proveniência (Barrancos), por isso tem um erro padrão elevado.

No caso de *Fagus orientalis* Lipsky, esta espécie é originária dos Balcãs e a sua área de distribuição natural estende-se desde a Turquia, Bulgária e Grécia. Encontra-se entre 500m e 2100m de altitude. Alguns estudos indicam que existe um padrão de variação descontínuo devido à adaptação desta espécie a determinadas condições, como a elevação do terreno, o valor do pH do solo e a frequência de geadas (Kandemir e Kaya, 2009). Este arboreto encontra-se numa zona onde o número de dias de geada/ano é elevado.

Na Figura 5 são apresentadas as sobrevivências médias por proveniência para o arboreto instalado em Sintra, Parque Natural Sintra-Cascais, que tem uma percentagem de sobrevivência de média global de 88,18%.

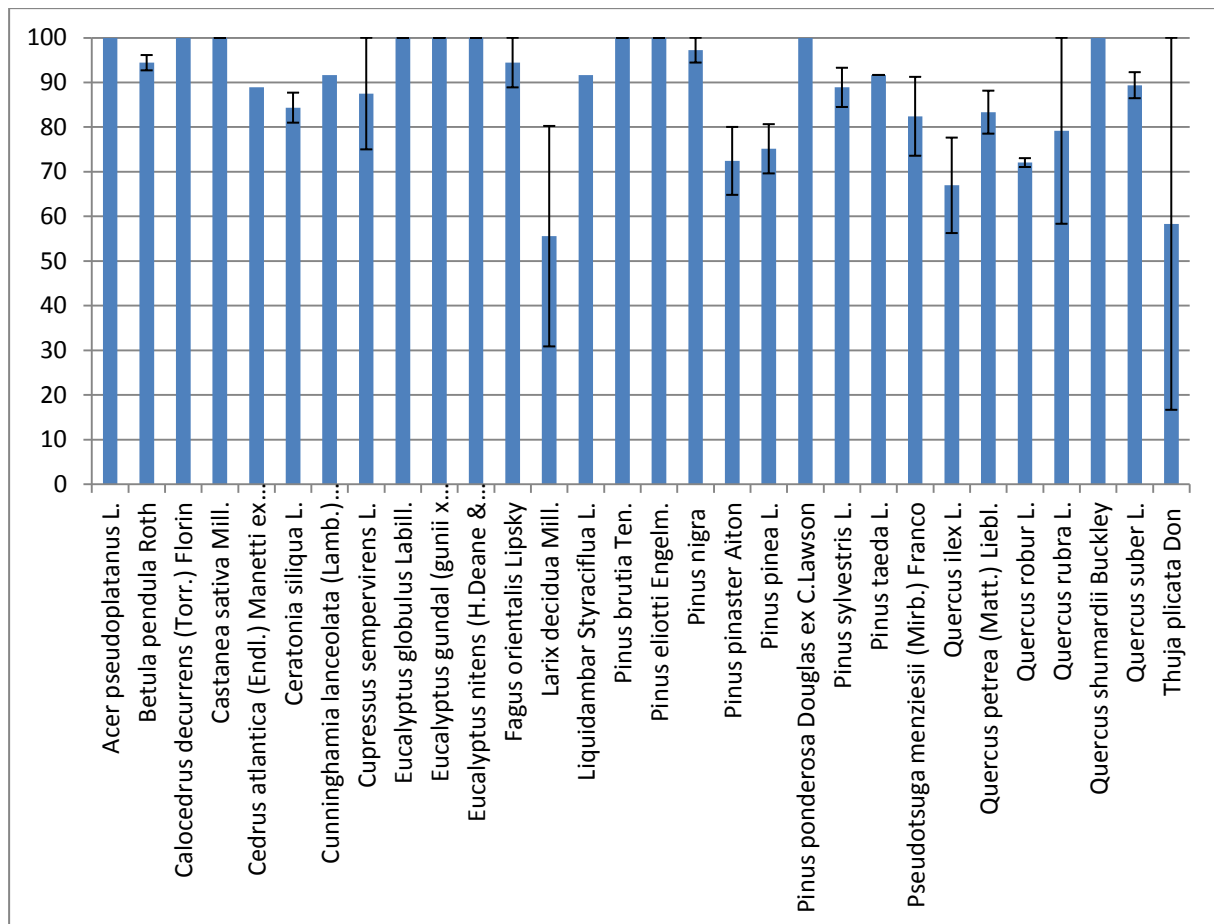


Figura 5 - Média e erro padrão das percentagens de sobrevivência por espécie no arboreto de Sintra.

Na Figura acima verificam-se algumas espécies com um erro padrão muito elevado, como o caso da *Thuja plicata* Don., *Quercus rubra* L., *Larix decidua* Mill., *Cupressus sempervirens* L. e *Quercus ilex* L.. O caso do *Larix. decidua* Mill. é particular, já que o valor registado deve-se à mortalidade total de uma das proveniências (Alpes/França). Em 1979, Giertych concluiu que as proveniências dos Alpes têm uma taxa de crescimento muito pobre, o centro de diversidade genética está na região das Montanhas Sudéte e, a partir desse ponto, a diversidade diminui particularmente com a população alpina.

A *Thuja plicata* Don. tem um erro padrão elevado por uma das proveniências ter morrido toda. Realça-se o facto de esta espécie receber mais de 6600mm de precipitação nas chuvas de inverno (Boyd, 1965), ou seja, é uma espécie que prefere precipitação e humidade atmosférica elevada e pouca secura estival, suportando bem a neve. Prefere solos profundos e frescos, capazes de manterem alguma humidade durante o verão (Fabião & Fabião, 1999).

2 Ensaios de proveniência

2.1 *Quercus robur* L.

2.1.1 Sobrevivência

A sobrevivência média global observada neste ensaio, um ano após a plantação, foi de 78,20%. As sobrevivências médias por proveniência são apresentadas na Figura 6.

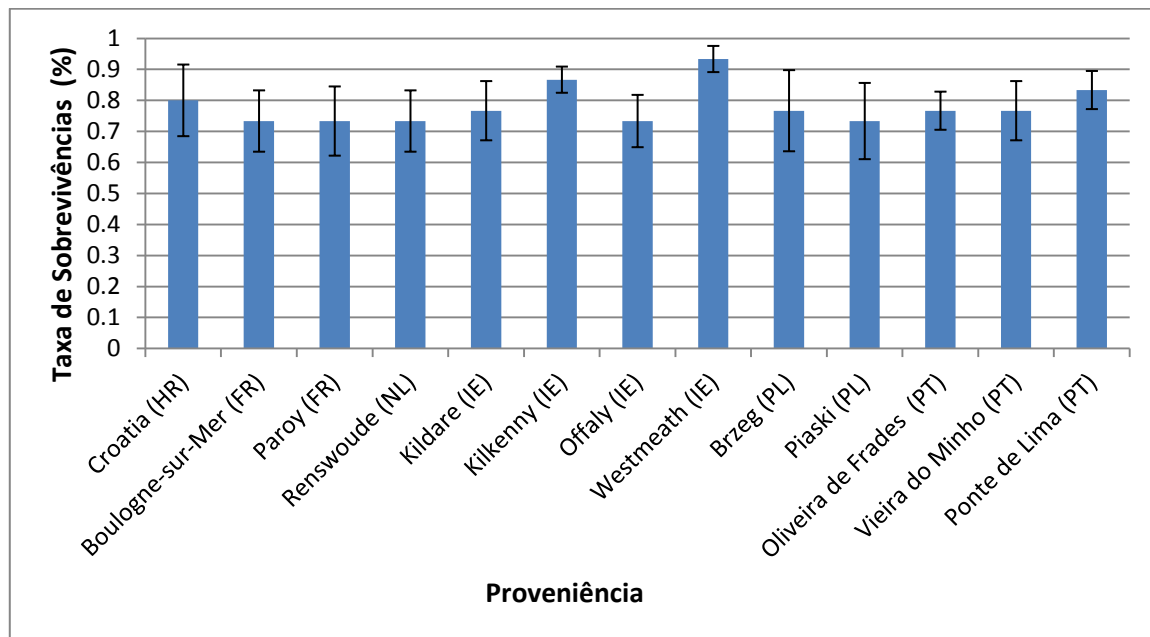


Figura 6 - Sobrevivências médias por proveniência e o respectivo erro padrão, com um ano de idade, em Viseu (Vale de Cavalos).

Com base na Figura 6, pode afirmar-se que todas as proveniências têm uma taxa de sobrevivência elevada e nenhuma proveniência está abaixo dos 70%. A proveniência Croatia (HR), apenas está presente apenas nos blocos I, II, III, porque não existiam plantas suficientes para o resto dos blocos. Observa-se um erro padrão elevado em algumas proveniências, devido à mortalidade elevada dessas proveniências em alguns blocos. As proveniências com as percentagens de sobrevivência mais baixas são Boulogne-sur-Mer (FR), Paroy (FR), Renswoude (NL), Offaly (IE) e Piaski (PL). Nas proveniências portuguesas observa-se que para a variável sobrevivência, elas estão adaptadas climaticamente para esta zona.

Quercus robur L. é muito tolerante a alguns tipos de solo, mas prefere solos férteis, bem drenados e prefere o tipo de clima continental. Os carvalhos estão entre as árvores florestais que têm mais diversidade. Os altos níveis de diversidade desta espécie deve-se às grandes dimensões populacionais, migração e interfertilidade (Ducousso e Bordacs, 2004).

Verifica-se que *Q. robur* L. adapta-se bem ao clima onde se encontra o ensaio, independentemente da proveniência. Tal como se observa na Tabela 6, onde se pretende mostrar a análise da variável sobrevivência, a proveniência não foi um factor significativo no que diz respeito à sobrevivência.

Tabela 6 - Resultados da regressão da variável sobrevivência de *Quercus robur* L.

Variáveis	G.L.	Qui-Quadrado	Probabilidade > χ^2
Proveniência	12	9.6309	0.648304
Bloco	5	15.5022	0.008419

2.1.2 Crescimento (Altura e Diâmetros médios)

Foi usada como variável preditora ou independente, a proveniência, e como variáveis respostas ou dependentes, os diâmetros e as alturas médias.

A altura média (cm) e o respectivo erro padrão para as proveniências para o ensaio em Vale de Cavalos – Viseu são apresentados na Figura 7.

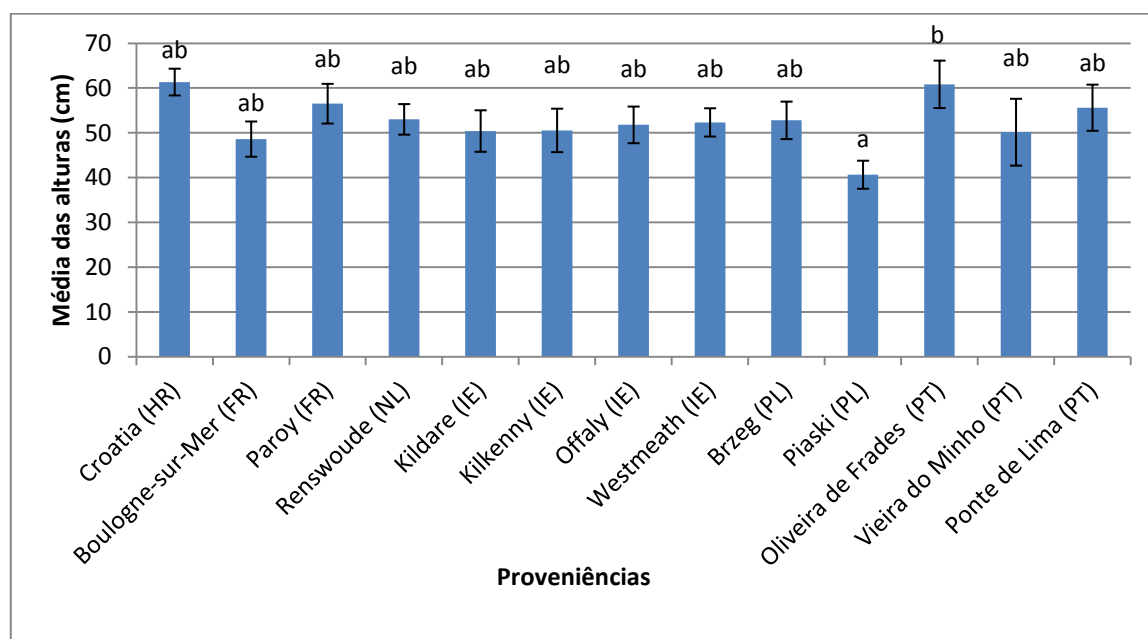


Figura 7 - Altura média (cm) e respectivo erro padrão para as proveniências para o ensaio em Vale de Cavalos, com um ano de idade. Os índices a, b indicam diferenças significativas de médias segundo o teste de Tukey.

A altura média global por proveniência observada no ensaio com um ano de idade é de 52,64 cm. Os valores representados pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si a um nível de significância de 0,05.

A proveniência que apresenta a altura mais elevada é a proveniência Croácia, enquanto a proveniência com a média das alturas mais baixa é a polaca Piaski, com cerca de 41cm, pelo que se depreende que foi a proveniência que cresceu menos em altura durante o primeiro ano. Além disso, convém salientar que esta proveniência morreu mais em alguns blocos e, como foi a proveniência que menos cresceu em altura, pode ter optado por ficar com mais reservas nas raízes, tornando o seu sistema radicular maior. A ocorrência deste facto depende de planta para planta, já que umas crescem mais em altura, enquanto outras preferem guardar as suas reservas no sistema radicular. Cada planta adapta-se de maneira diferente ao meio em que se encontra.

As florestas de *Quercus robur* L., são as florestas mais importantes na Croácia. Para esta denominação contribuem o seu valor económico, outros valores benéficos, como os ecossistemas florestais que são as principais fontes de material orgânico, e os elementos minerais, que proporcionam habitat e alimentação a uma variedade de organismos. Alguns destes organismos têm um papel importante na decomposição e mineralização das florestas (Zupanic *et al*, 2009).

Tabela 7 - Análise de variância para a variável altura para o ensaio em Vale de Cavalos – Viseu.

Fonte de variação	G.L.	Soma de Quadrados	Estatística F	Pr(>F)
bloco	5	2406	2.0489	0.07407
proveniência	12	5693	2.0199	0.02495
bloco:proveniência	56	14049	1.0681	0.36620
resíduos	176	41339		

A análise de variância, observada na Tabela 7, demonstra que o factor proveniência de Vale em Cavalos é significativa no que se refere à altura. Pela Figura 7, observamos que as proveniências que diferem entre si são a polaca (Piaski) e a portuguesa (Oliveira de Frades), todas as outras não diferem significativamente entre si.

Os diâmetros médios (mm) e o respectivo erro padrão para as proveniências para o ensaio em Vale de Cavalos – Viseu são apresentados na Figura 8.

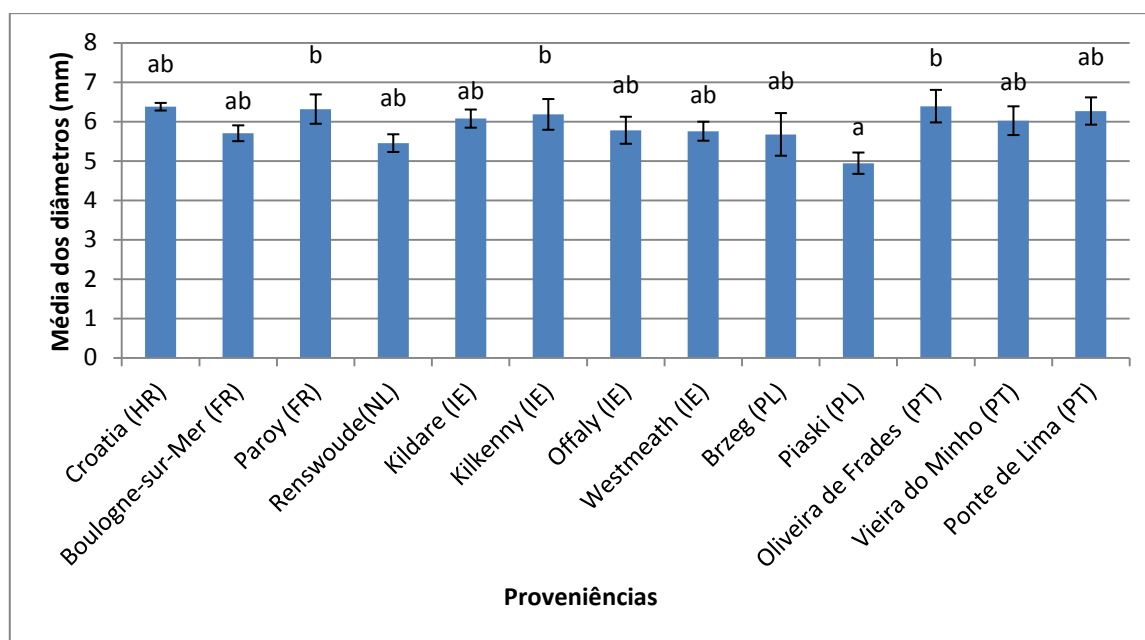


Figura 8 - Diâmetros médios (mm) e respectivo erro padrão para as proveniências para o ensaio em Vale de Cavalos, com um ano de idade. Os índices a, b indicam diferenças significativas de médias segundo o teste de Tukey.

Nesta figura podemos observar que o diâmetro médio global por proveniência presenciado no ensaio no primeiro ano é de 5,92 mm. A proveniência que apresenta um diâmetro médio mais elevado é a proveniência portuguesa de Oliveira de Frades e a que apresenta os valores mais baixos para os diâmetros médios é a proveniência polaca (Piaski).

Na Tabela 8 apresentam-se os resultados da ANOVA para a variável diâmetro médio, sendo o efeito da proveniência significativo ($p < 0.05$). A proveniência polaca (Piaski) continua a ser a que apresenta o valor mais baixo relativamente ao diâmetro, como acontecia com a altura. Como esta proveniência cresce menos em altura, apresenta um diâmetro menor, porque reage de maneira diferente ao clima onde se encontra, em comparação com a outra proveniência polaca, visto que as condições climáticas de onde elas vêm são muito parecidas.

Tabela 8 - Análise de variância para a variável diâmetro médio para o ensaio em Vale de Cavalos - Viseu.

Fonte de variação	G.L.	Soma de Quadrados	Estatística F	Pr(>F)
bloco	5	38.649	7.5751	1.816e-06
proveniência	12	35.362	2.8879	0.001153
bloco:proveniencia	56	87.266	1.5271	0.020107
resíduos	176	179.594		

2.2 *Quercus ilex* L.

2.2.1 Sobrevivência

A sobrevivência média global observada neste ensaio, dois anos após a plantação, foi de 47,95%. As sobrevivências médias por proveniência estão representadas na Figura 9.

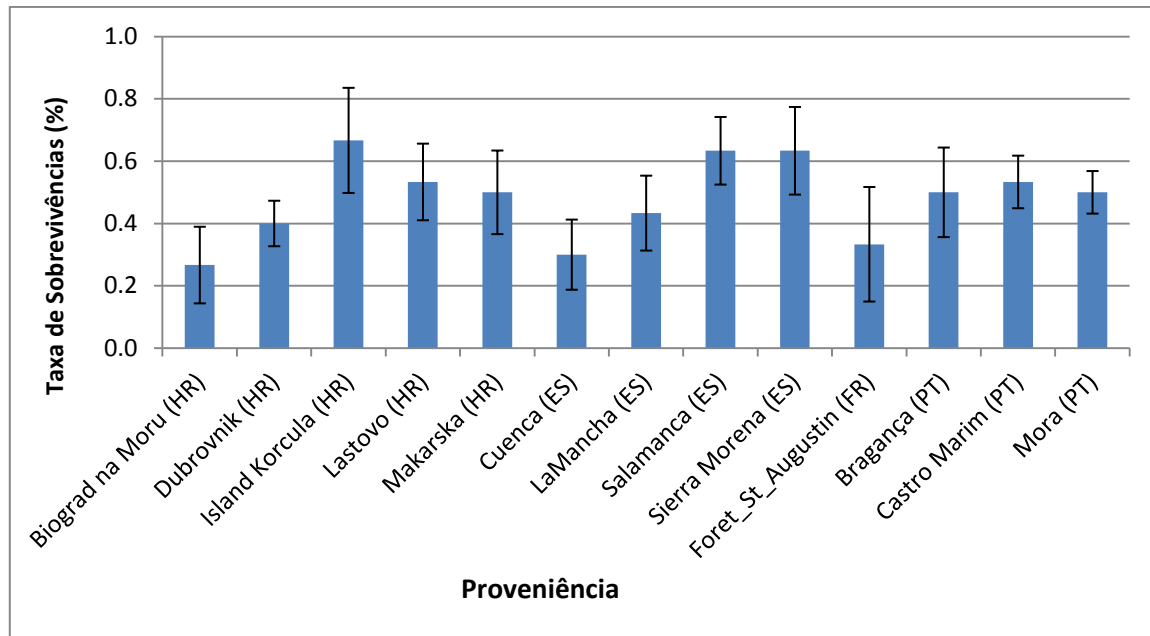


Figura 9 - Sobrevivências médias por proveniência e o respectivo erro padrão, aos dois anos de idade, em Reguengos de Monsaraz (Herdade do Esporão).

Nesta figura, verifica-se que as sobrevivências médias têm uma percentagem muito baixa. As proveniências que apresentam as taxas mais baixas são Biograd na Moru (HR), Cuenca (ES) e Foret_St_Augustin (FR), com percentagens de sobrevivência abaixo dos 40%.

As proveniências com as sobrevivências mais altas são Island Korcula (HR), Salamanca (ES) e Sierra Morena (ES) com mais de 60% de plantas vivas.

Comparando a proveniência Island Korcula (HR) com as outras proveniências croatas, não se esperaria uma sobrevivência com uma percentagem elevada. Esta proveniência assume um valor de erro padrão elevado, não só por esta proveniência ter morrido em mais alguns blocos, mas também devido à diminuição do tamanho da amostra. As proveniências croatas, (Biograd e Dubrovnik) em relação às outras proveniências croatas, apresentam uma sobrevivência muito menor, provavelmente devido ao tipo de solo, que pode ser diferente do nosso, e, como podemos verificar na tabela 4, devido às diferenças do clima.

A proveniência espanhola (Cuenca) apresenta a taxa de sobrevivência mais baixa. Esta baixa taxa de sobrevivência pode justificar-se através da diferença de clima e diferença dos valores da altitude e da precipitação, já referidos na tabela 4.

Na Tabela 9, verifica-se, através da análise da variável sobrevivência, que a proveniência é significativa para este ensaio.

Neste ensaio, se atendermos à taxa de sobrevivência de 47,95% e aos dois anos de idade do ensaio, verificamos que algumas proveniências superaram as dificuldades de adaptação ao novo ambiente que lhes foi proporcionado.

Tabela 9 - Resultados da regressão da variável sobrevivência de *Quercus ilex* L.

Variáveis	G.L.	Qui-Quadrado	Probabilidade > χ^2
Proveniência	12	26.052	0.0105553
Bloco	5	24.235	0.000195

2.2.2 Crescimento (Altura e Diâmetros médios)

Foi usada como variável preditora ou independente, a proveniência, e como variáveis respostas ou dependentes, os diâmetros e as alturas médias.

A altura média (cm) e o respectivo erro padrão para as proveniências para o ensaio em Reguengos de Monsaraz (Herdade do Esporão) são apresentados na Figura 10.

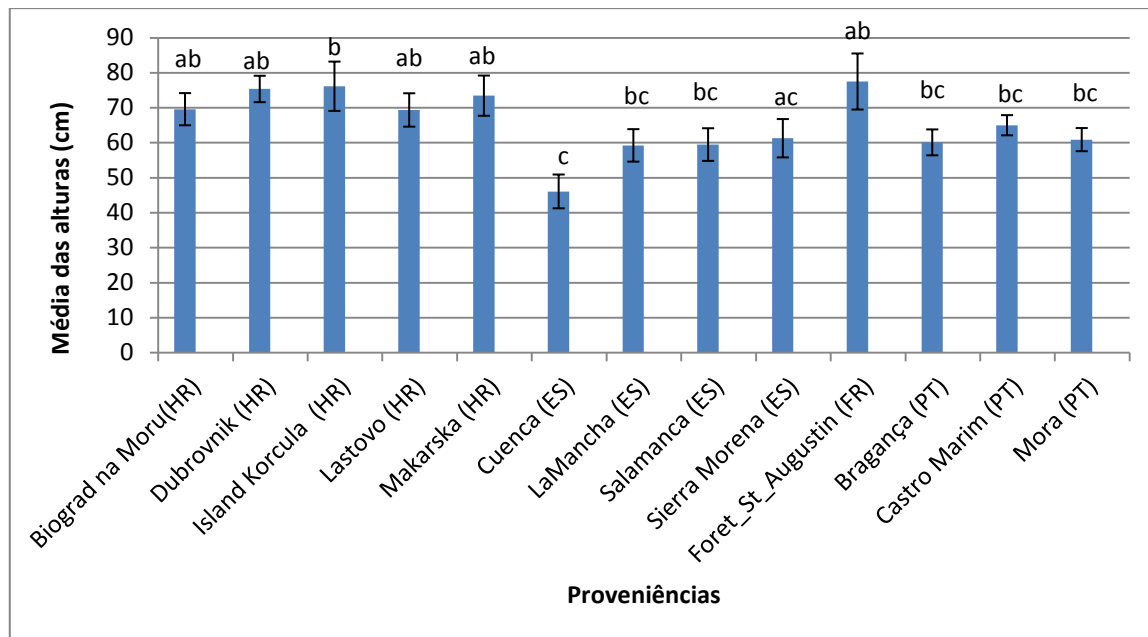


Figura 10 - Altura média (cm) e respectivo erro padrão para as proveniências em Reguengos de Monsaraz (Herdade do Esporão), com dois anos de idade. Os índices a, b, c indicam diferenças significativas de médias segundo o teste de Tukey.

A figura revela que a altura média global observada no ensaio aos dois anos de idade é de 65,65cm. Os valores representados pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si a um nível de significância de 0,05.

A proveniência Cuenca (ES) apresenta a média de altura mais baixa, no entanto é a que apresenta maior mortalidade. Ao contrário da proveniência Cuenca (ES), a proveniência Foret_St_Augustin (FR) é a que apresenta os maiores valores para a altura. Pode verificar-se que a proveniência francesa foi a que cresceu mais em altura nos dois primeiros anos. Apesar de ter uma taxa de sobrevivência de 33%, as plantas que sobreviveram conseguiram-se adaptar e pôr as suas reservas no crescimento em altura.

Na Tabela 10 são apresentados os resultados da ANOVA para a variável altura e verifica-se que a proveniência é significativa ($p < 0.05$). Quando se efectuou a análise estatística, o factor bloco foi usado, porque poderiam existir zonas discrepantes no terreno e influenciariam as características da análise dos dados. A introdução do factor bloco no modelo torna-se vantajosa para aumentar a precisão na avaliação do tratamento das proveniências (Montgomery, 1997 *cit in* Freixo, 2004).

Tabela 10 - Análise de variância para a variável altura para o ensaio em Reguengos de Monsaraz (Herdade do Esporão).

Fonte de variação	G.L.	Soma Quadrados	Estatística F	Pr(>F)
Bloco	5	8604.1	8.0700	1.391e-06
Proveniência	12	11776.8	4.6024	4.311e-06
Bloco:Proveniência	51	10166.51	0.9348	0.599
Resíduos	119	25375.3		

Os diâmetros médios (mm) e o respectivo erro padrão para as proveniências para o ensaio em Reguengos de Monsaraz (Herdade do Esporão) são apresentados na Figura 11.

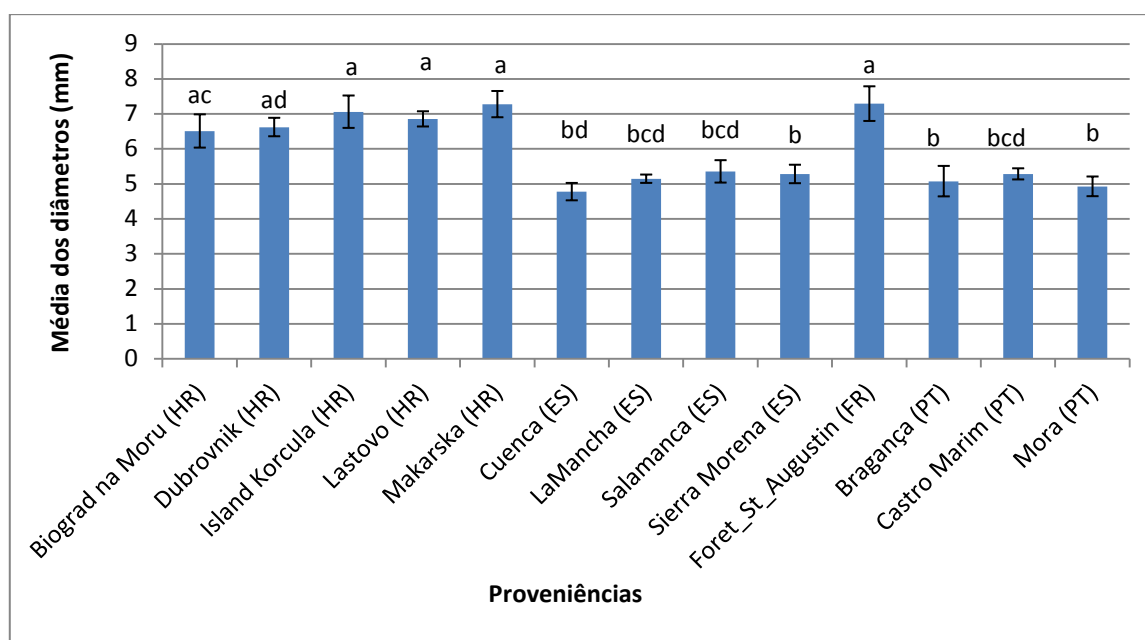


Figura 11 - Diâmetros médios (mm) e respectivo erro padrão para as proveniências para o ensaio em Reguengos de Monsaraz (Herdade do Esporão), com dois anos de idade. Os índices a, b, c, d indicam diferenças significativas de médias segundo o teste de Tukey.

Na figura 11 observamos que o diâmetro médio global presenciado no ensaio aos dois anos de idade é de 5,95mm. Tal como já analisado na altura, verifica-se que a proveniência que tem o diâmetro mais elevado é a proveniência francesa, enquanto a que tem o diâmetro mais pequeno é a proveniência espanhola (Cuenca). Esta última proveniência, tanto na sobrevivência como no crescimento, revelou alguma dificuldade em adaptar-se às características do local de ensaio, apresentando os valores um pouco abaixo das restantes proveniências espanholas. No caso das proveniências croatas, apesar da grande diferença

de sobrevivência entre elas, verifica-se que, tanto para as alturas como para os diâmetros médios, estão acima das outras proveniências, pelo que podemos afirmar que nesta localização geográfica as plantas têm um bom crescimento. As proveniências portuguesas e espanholas, para a variável crescimento, apresentam resultados favoráveis, verificando-se que estas proveniências crescem bem nas condições do ensaio, sendo a proveniência Cuenca a única exceção, já que foi a que apresentou o crescimento mais baixo do resto das proveniências.

Mais uma vez, a proveniência é significativa ($p < 0.05$), tal como mostra a Tabela 11.

Tabela 11 - Análise de variância para a variável diâmetro médio para o ensaio em Reguengos de Monsaraz (Herdade do Esporão).

Fonte de variação	G.L.	Soma de Quadrados	Estatística F	Pr(>F)
Bloco	5	14.933	2.5238	0.03303
proveniência	12	143.826	10.1286	2.362e-13
bloco: proveniência	51	60.368	1.0003	0.48720
resíduos	116	137.267		

IV Conclusões

1 Arboreto

Apenas avaliamos a sobrevivência das espécies, e concluímos que no arboreto de Lisboa – Tapada da Ajuda – Instituto Superior de Agronomia as espécies que tiveram uma taxa elevada de sobrevivência foram, *Acer pseudoplatanus* L., *Calocedrus decurrens* (Torr.) Flori, *Fagus sylvatica* L., *Pinus pinea* L..

No arboreto de Vila Real – Quinta dos Prados – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, foi o que apresentou a taxa de sobrevivência mais elevada.

No arboreto de Sintra – Parque Natural de Sintra-Cascais, este apresenta uma taxa de sobrevivência boa, onde a mortalidade mais elevada se verifica em apenas algumas espécies como o caso de *Larix decidua* Mill. e *Thuja plicata* Don ex D.Don.

Existem, no entanto, diferenças entre os três arboretos, devido às condições edafoclimáticas dos locais e a alguns problemas que foram apresentados na discussão do trabalho. Podemos concluir que determinadas espécies como o caso do *Larix decidua* Mill e da *Thuja plicata* Don ex D.Don dada a sua elevada mortalidade, não são indicados como material de regeneração florestal, deve optar-se pelos *Acer pseudoplatanus* L., *Calocedrus decurrens* (Torr.) Flori, *Ceratonia siliqua* L., cuja sobrevivência e crescimento foram mais elevados.

2 Ensaios de Proveniência

Nos ensaios de proveniência avaliados, com um ano de idade para o ensaio de *Quercus robur* L. e com dois anos de idade para o ensaio de *Quercus ilex* L., verificou-se que para a variável sobrevivência existe variabilidade na adaptabilidade entre as várias proveniências analisadas. A sobrevivência pode ser um critério de selecção entre as proveniências a escolher.

Para o ensaio de *Quercus robur* L. conclui-se que, para a variável sobrevivência, a sua taxa foi elevada para todas as proveniências, podendo afirmar-se que as proveniências não revelaram dificuldade na adaptação ao novo ambiente que lhes foi proporcionado. A ocorrência de comportamentos significativamente diferentes entre as proveniências põe em

evidência a existência de variabilidade. Verificou-se que a proveniência não é um factor significativo para a variável sobrevivência, enquanto para as variáveis de crescimento, altura média e diâmetros médios do colo, a proveniência é significativa. Apesar destas plantas serem muito jovens, conseguimos estabelecer grupos com comportamentos distintos para as diferentes localizações geográficas, visto que para a variável crescimento a proveniência é significativa. Com excepção da proveniência polaca (Piaski) que apresenta um crescimento mais pequeno, todas as outras proveniências apresentam um crescimento elevado.

Para o ensaio de *Quercus ilex* L. (*Quercus ilex* L. ssp. *ilex* e *Quercus ilex* L. ssp. *rotundifolia* L. T. Morais, no caso das proveniências portuguesas) conclui-se que a proveniência é significativa para a variável sobrevivência e para as variáveis crescimento, altura média e diâmetros médios do colo, a proveniência também é significativa. É, então, possível definir diferentes grupos com comportamentos diferentes, embora o ensaio seja constituído por plantas muito jovens. A sobrevivência pode ser um critério de selecção entre as proveniências a escolher para futuras plantações. No grupo croata, na variável sobrevivência, verificamos que as sobrevivências mais elevadas são as proveniências originárias das ilhas, enquanto para a variável crescimento é o grupo croata, na generalidade, que apresenta os valores mais elevados, já que as plantas que sobreviveram conseguem adaptar-se bem às condições edafoclimáticas do local de ensaio. Todas as proveniências do grupo da Península Ibérica, proveniências espanholas e portuguesas, exceptuando a proveniência Cuenca, apresentam uma taxa de sobrevivência na média dos 50% em relação à variável crescimento. É de referir que este grupo apresenta um bom crescimento para as plantas que sobreviveram e que estão adaptadas às condições edafoclimáticas do local de ensaio. A proveniência francesa, apesar da baixa taxa de sobrevivência no crescimento, é a que apresenta os melhores resultados e conseguiu adaptar-se bem às condições do local de ensaio.

V Referências bibliográficas

Cadima, J.F.C.L. (1999), *A análise de variância*. Edição da AEISA, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.

Correia, A.V. & Oliveira, A.C. (2003), *Principais Espécies Florestais com Interesse para Portugal – zonas de influência atlântica*. Direcção-Geral das Florestas, MADRP.

Direcção-Geral dos Recursos Florestais (2006), *Estratégia Nacional para as Florestas*. Imprensa Nacional-Casa da Moeda, Lisboa.

Ducousso, A. & Bordacs, S. (2004), *EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for pedunculate and sessile oaks (Quercus robur and Q. petraea)*. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.

Esteves, M.I.L.A.M.C. (2002), *Avaliação do comportamento de proveniências de Pinus pinaster Ainton aos 8 anos, na Mata Nacional do Escaroupim*. Tese de Mestrado em Produção Vegetal, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.

Fabião, A.M.D & Fabião, A. (1999), *Dendrologia Florestal, Volume I – Resinosas*. Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.

Freixo, J.I.V.C.G. (2004), *Avaliação de um ensaio de proveniências de Pinheiro Manso (Pinus pinea L.)*. Relatório do trabalho de fim de curso de Engenharia Florestal e dos Recursos Naturais. Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.

Giertych, M. (1979), Summary of results on European larch (*Larix decidua* Mill.) height growth in the IUFRO 1944 provenance experiment. *Silvae Genetica*. 28: 244-256. Disponível em <http://w3.pierroton.inra.fr/IEFC/bdd/species/pdf/larixdecidua.env1.pdf>

Harfouche, A. & Kremer, A. (2000), Provenance hybridization in a diallel matting scheme of maritime pine (*Pinus pinaster*). I. Means and variance components. *Canadian Journal of Forest Research*. 30: 1-9: cit in M.I.L.A.M.C. Esteves (2002), *Avaliação do comportamento de proveniências de Pinus pinaster Ainton aos 8 anos, na Mata Nacional do Escaroupim*. Tese de Mestrado em Produção Vegetal, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.

ICNF (2013), *5º Inventário Florestal Nacional 2005-2006*. Relatório final. Autoridade Florestal Nacional, Lisboa. Disponível em <http://www.icnf.pt/portal/florestas/ifn/resource/ficheiros/ifn/Apresenta-IFN5-AFN-DNGF-JP.pdf> , consultado em julho de 2012.

ICNF (2013), *Relatório de Síntese. Observatório para as Fileiras Florestais*. Direcção Nacional para as Fileiras Florestais, Lisboa. Disponível em <http://www.icnf.pt/portal/florestas/ppf/resource/docs/alt-clima/rel-florest-enaac>, consulta em agosto de 2012.

ICNF (2013), *Relatório Adaptação das Florestas às Alterações Climáticas – Trabalho no âmbito da Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas*. Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território, Lisboa.

Instituto Nacional de Estatística (2012), *Anuário Estatístico da Região Norte, temperatura média do ar por NUTS II e por estação meteorológica*, Lisboa.

IPCC (2007), *Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. Disponível em https://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data_reports.shtml, consultado em Setembro de 2013.

Kandemir, G. & Kaya, Z. (2009), *EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use of oriental beech (Fagus orientalis)*. Biodiversity International, Rome, Italy.

Lemeshow, S. & Hosmer, D.W. (1989), *Applied Logistic Regression*. Wiley-Interscience, New York.

Mendes, A. (2005), Portugal. In Maurizio Merlo & Lelia Croitoru (eds.), *Valuing Mediterranean Forests: Towards Total Economic Value*. Wallingford, Oxon (UK): CAB International, pp. 331-352.

Montgomery, D.C., (1991). *Design and Analysis of Experiments*. 3ª ed., John Wiley & Sons. New York. 666 pp.: cit in J.I.V.C.G., Freixo (2004), *Avaliação de um ensaio de proveniências de Pinheiro Manso (Pinus pinea L.)*. Relatório do trabalho de fim de curso de Engenharia

Florestal e dos Recursos Naturais. Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.

Orazio, C.; Debets, R.C.; Di Lucchio, A.C.; Casero, J.D.; Recio, C.P.; Bravo, F.; Bengoetxea, N.G.; González, A.A.; Jinks, R.; Paillassa, E.; Pastuszka, P.; Lorenzo, M.J.R.; Pando, F.J.S., Traver, M.C., Zabalza, S.; Nóbrega, C.; Ferreira, M; Almeida, M.H & Correia, A. (2013), *Arboretum & Demonstration Site Catalogue* – REINFFORCE.

Pereira, H. (1998), *Sobreiro e Cortiça / Cork Oak and Cork. European Conference on Cork Oak and Cork* (pp. 248-251). Centro de Estudos Florestais, Lisboa: *cit in* M. Lousã & A. Fabião (s.d.), *A Azinheira: Quercus ilex ou Quercus rotundifolia?*.

Pereira, J. S.; Correia, A. V.; Correia, A. C.; Branco, M.; Bugalho, M.; Caldeira, M. C. ; Cruz, S. C.; Freitas, H.; Oliveira, Â. C.; Reis, R. M. & Vasconcelos, M. J. (2002), *Forest and Biodiversity. Climate Change in Portugal, Impacts and Adaptation Measures*, capítulo VIII. In F. D. Santos, K. Forbes & R. Moita (Ed.) (2001), *Projecto SIAM*. Gradiva, Lisboa.

Santos, F.D.; Forbes, K. & Moita, R. (2001), *Mudança Climática em Portugal. Cenários, Impactes e Medidas de Adaptação*. Projecto SIAM, Sumário Executivo e Conclusões. Gradiva, Lisboa.

Santos, F.D. & Miranda, P. (2006), *Alterações Climáticas em Portugal – Cenários, Impactos e Medidas de Adaptação*. Projecto SIAM II. Gradiva, Lisboa.

Smith D.H., Smith W. H. & Reifsnyder W.E. (1994), *Silviculture, pests and disease, forest and wildlandfires*. In J.F. Griffiths, *Handbook of Agricultural Meteorology*. Oxford University Press, Oxford: *cit in* M.I.L.A.M.C. Esteves (2002), *Avaliação do comportamento de proveniências de Pinus pinaster Ainton aos 8 anos, na Mata Nacional do Escaroupim*. Tese de Mestrado em Produção Vegetal, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.

Wright, J.W. (1976), *Applied to forest genetics*. Academic press, inc., New York: *cit in* J.I.V.C.G. Freixo (2004), *Avaliação de um ensaio de proveniências de Pinheiro Manso (Pinus pinea L.)*. Relatório do trabalho de fim de curso de Engenharia Florestal e dos Recursos Naturais. Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.

Zobel, B. & Talbert, J. (1984), *Applied Forest tree Improvement*. John Wiley & Sons, New York: cit in J.I.V.C.G. Freixo (2004), *Avaliação de um ensaio de proveniências de Pinheiro Manso (Pinus pinea L.)*. Relatório do trabalho de fim de curso de Engenharia Florestal e dos Recursos Naturais. Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.

Zupanic, M., Matosevic, D., Pernek, M., Diminic, D., (2009), Lignicolous fungi on Pedunculate oak in lowland forests of Central Croatia, Original scientific paper. Croatia.

Legislação

Portaria 134/94, de 4 de Março, que transpõe para a ordem jurídica interna das Directivas do Conselho 66/404 CEE, de 14 de Junho relativas à comercialização dos materiais florestais de reprodução e às normas de qualidade exterior de reprodução materiais comercializados no interior da comunidade.

Sites Internet consultados

<http://www.iefc.net/> , consultado em Setembro de 2012

http://www.na.fs.fed.us/pubs/silvics_manual/Volume_1/thuja/plicata.htm , consultado em Novembro de 2013

VI Anexos

Anexo 1



Figura VI-1 - Origem do material de reprodução para a rede de arboretos (150 proveniências).



Figura VI-2 - Locais de recolha de material de reprodução na Oceânia.

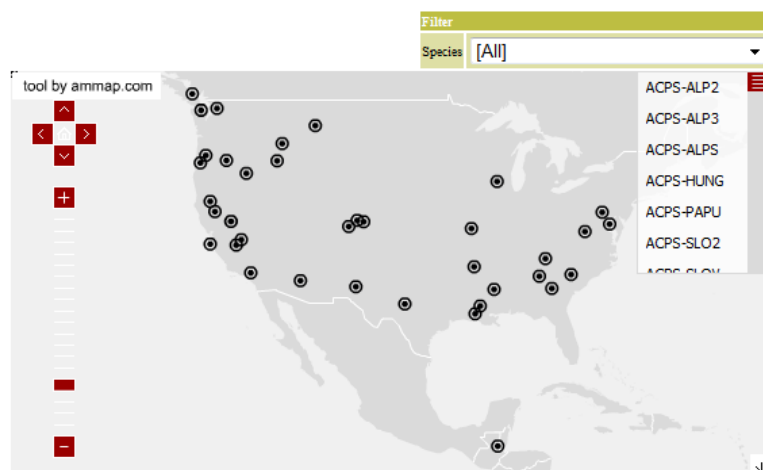


Figura VI-3 - Locais de recolha de material de reprodução no Continente Americano.



Figura VI-4 - Locais de recolha de material de reprodução na Europa e Norte de África.



Figura VI-5 - Locais de recolha de material de reprodução na Ásia.

Anexo 2

Tabela 12 - Lista das espécies dos Arboretos, sua proveniência e respectivo código da proveniência.

Espécie	Proveniência/País	Código da Proveniência
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	Montes Basco-Navarros/Espanha	ACPS-VAN2
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	Alpes Jura/França	ACPS-ALP2
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	País de Gales/UK	ACPS-WALE
<i>Betula pendula</i> Roth	Montanhas Nordeste / França	BEPE-NORD
<i>Betula pendula</i> Roth	Kralova / Eslováquia	BEPE-KRAL
<i>Betula pendula</i> Roth	País de Gales/U K	BEPE-UNIT
<i>Calocedrus decurrens</i> (Torr.) Florin	Califórnia Norte / EUA	CADE-NOC2
<i>Calocedrus decurrens</i> (Torr.) Florin	Califórnia Centro / EUA	CADE-CEC2
<i>Calocedrus decurrens</i> (Torr.) Florin	Califórnia Sul / EUA	CADE-SOCA
<i>Castanea sativa</i> Mill.	Mediterrâneo/França	CASA-MEDI
<i>Castanea sativa</i> Mill.	Serra Gredos/Espanha	CASA-CORD
<i>Castanea sativa</i> Mill.	Bassin Parisien/França	CASA-BART
<i>Cedrus atlantica</i> (Endl.) Mnetti ex Carrière	Luberon / França	CEAT-LUBE
<i>Cedrus atlantica</i> (Endl.) Manetti ex Carrière	Djurdjura / Argélia	CEAT-ALG2
<i>Cedrus atlantica</i> (Endl.) Manetti ex Carrière	Rubicon-Victoria / Austrália	CEAT-MENE
<i>Cedrus libani</i> A.Rich	Mersin-Aslankoy / Turquia	CELI-ADA2
<i>Cedrus libani</i> A.Rich	Adanan-Pozanti / Turquia	CELI-POZ2
<i>Cedrus libani</i> A.Rich	Baixa-Média altitude / Turquia	CELI-TUR2
<i>Ceratonia siliqua</i> L.	Italia	CESI-ITAL
<i>Ceratonia siliqua</i> L.	Hvar / Croacia	CESI-HVAR
<i>Ceratonia siliqua</i> L.	Levante / Espanha	CESI-SPAI
<i>Cunninghamia lanceolata</i> (Lamb.) Hook.	Lishu/China	CULA-LISH
<i>Cunninghamia lanceolata</i> (Lamb.) Hook.	Yunnan/China	CULA-YUN2
<i>Cunninghamia lanceolata</i> (Lamb.) Hook.	Shan Xi/China	CULA-SHA2
<i>Cupressus sempervirens</i> L.	Var. local / França	CUSE-FRAN
<i>Cupressus sempervirens</i> L.	Var. <i>Pyramidalis</i> / Italia	CUSE-ITAL
<i>Cupressus sempervirens</i> L.	Koprulu Kanyon / Turquia	CUSE-ANT2
<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	Wielangta/Tasmania	EUGO-WIEL
<i>Eucalyptus gundal</i> (gunii x darlympleana)	E. gundal I/França	EUGU-GUN1
<i>Eucalyptus nitens</i> (H.Deane & Maiden)	Rubicon-Victoria/Austrália	EUNI-RUBI

Espécie	Proveniência/País	Código da Proveniência
Maiden		
<i>Fagus orientalis</i> Lipsky	Sinop Ayancik / Turquia	FAOR-SINO
<i>Fagus orientalis</i> Lipsky	Ordu Mesudiye / Turquia	FAOR-ORDU
<i>Fagus orientalis</i> Lipsky	Marmara/ Turquia	FAOR-MARM
<i>Larix decidua</i> Mill.	Straza / Eslovénia	LADE-STRA
<i>Larix decidua</i> Mill.	Theil / Montanhas Sudète	LADE-THEI
<i>Larix decidua</i> Mill.	Alpes / França	LADE-ALPE
<i>Liquidambar Styraciflua</i> L.	Maryland / EUA	LIST-MARY
<i>Liquidambar Styraciflua</i> L.	Arkansas / EUA	LIST-ARK2
<i>Liquidambar Styraciflua</i> L.	Mississippi / EUA	LIST-MIS2
<i>Pinus brutia</i> Ten.	Var. <i>eldarica</i> / Turquia	PIBU-ELDA
<i>Pinus brutia</i> Ten.	Marmaris/T urquia	PIBU-MARM
<i>Pinus brutia</i> Ten.	Mersin-Findikpinari / Mont. Taurus	PIBU-TAUO
<i>Pinus eliotti</i> Engelm.	Louisiana / EUA	PIEL-LOUI
<i>Pinus eliotti</i> Engelm.	Georgia / EUA	PIEL-GEOR
<i>Pinus eliotti</i> Engelm.	Carolina do Sul/E UA	PIEL-SOUT
<i>Pinus nigra</i> subsp. <i>laricio</i> Maire	Sologne Vayrières / France	PINI-VAYR
<i>Pinus nigra</i> subsp. <i>laricio</i> Maire	Les Barnes-Sivens / France	PINI-SIVE
<i>Pinus nigra</i> subsp. <i>salzmannii</i> (Dunal) Franco	Cuenca / Espanha	PINI-CUEN
<i>Pinus peuce</i> Griseb.	Eslovénia	PIPE-SLOV
<i>Pinus peuce</i> Griseb.	Gotse Delchev / Bulgária	PIPE-GOD2
<i>Pinus peuce</i> Griseb.	Parque Nacional Pelister / Macedónia	PIPE-MAC2
<i>Pinus pinaster</i> Aiton	Landes / França	PIPT-LAND
<i>Pinus pinaster</i> Aiton	Landes+Córsega / França	PIPT-LACO
<i>Pinus pinaster</i> Aiton	Tamjout / Marrocos	PIPT-TAMJ
<i>Pinus pinaster</i> Aiton	M.N. Leiria/Portugal	PIPT-LEIR
<i>Pinus pinaster</i> Aiton	Cuenca / Espanha	PIPT-CUEN
<i>Pinus pinea</i> L.	Cordilheira central / Espanha	PIPI-CAST
<i>Pinus pinea</i> L.	Itália	PIPI-ITAL
<i>Pinus pinea</i> L.	Saintes Mairies / França	PIPI-FRAN
<i>Pinus pinea</i> L.	Vendas Novas/Portugal	PIPI-VEND
<i>Pinus ponderosa</i> Douglas ex C.Lawson	Novo Mexico / EUA	PIPO-MEXI
<i>Pinus ponderosa</i> Douglas ex C.Lawson	Califórnia Centro / EUA	PIPO-CAL2

Espécie	Proveniência/País	Código da Proveniência
<i>Pinus ponderosa</i> Douglas ex C.Lawson	Oregon / EUA	PIPO-OREG
<i>Pinus sylvestris</i> L.	Valsain / Espanha	PISY-VALS
<i>Pinus sylvestris</i> L.	Severozapadna / Eslováquia	PISY-SLOV
<i>Pinus sylvestris</i> L.	Turquia	PISY-TURK
<i>Pinus sylvestris</i> L.	PN Peneda-Gerês / Portugal	PISY-SERR
<i>Pinus taeda</i> L.	Georgia/EUA	PITA-GEOR
<i>Pinus taeda</i> L.	Carolina Sul / EUA	PITA-SOUT
<i>Pinus taeda</i> L.	Virginia Oriental / EUA	PITA-VIRG
<i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.) Franco	Washington cascade / EUA	PSME-WASH
<i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.) Franco	Luzette/F rança	PSME-LUZE
<i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.) Franco	Califórnia Centro / EUA	PSME-CECA
<i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.) Franco	Var. <i>glauca</i> Arizona / EUA	PSME-ARIZ
<i>Quercus ilex</i> subsp. <i>rotundifolia</i> (Lam.) O. Shwartz ex Tab. Morais	Tietar Extremadura / Espanha	QUIL-EXTR
<i>Quercus ilex</i> subsp. <i>rotundifolia</i> (Lam.) O. Shwartz ex Tab. Morais	Espanha	QUIL-SPAN
<i>Quercus ilex</i> L.	Croácia	QUIL-CROA
<i>Quercus ilex</i> subsp. <i>rotundifolia</i> (Lam.) O. Shwartz ex Tab. Morais	Barrancos / Portugal	QUIL-BARR
<i>Quercus petrea</i> (Matt.) Liebl.	Gascogne / França	QUPE-GASC
<i>Quercus petrea</i> (Matt.) Liebl.	Bristol / UK	QUPE-UNIT
<i>Quercus petrea</i> (Matt.) Liebl.	Gresigne / França	QUPE-GRES
<i>Quercus robur</i> L.	Sudoeste / França	QURO-FRAN
<i>Quercus robur</i> L.	Litoral P. Basco-Navarra / Espanha	QURO-PAGO
<i>Quercus robur</i> L.	New Forest Hampshire / UK	QURO-UNIT
<i>Quercus robur</i> L.	Posavina / Croácia	QURO-POSA
<i>Quercus rubra</i> L.	EST 902/França	QURU-FEST
<i>Quercus rubra</i> L.	País Basco/Espanha	QURU-VANA
<i>Quercus shumardii</i> Buckley	Texas/EUA	QUSH-TEXA
<i>Quercus suber</i> L.	Alcacer do Sal/Portugal	QUSU-ALCA
<i>Quercus suber</i> L.	Pirinéus Orientais/França	QUSU-PYRE
<i>Quercus suber</i> L.	Montes de Toledo-Villuerca/Espanha	QUSU-VILL
<i>Quercus suber</i> L.	Extremadura/Espanha	QUSU-EXTR
<i>Quercus suber</i> L.	Landes/França	QUSU-LAND

Espécie	Proveniência/País	Código da Proveniência
<i>Quercus suber</i> L.	Pirinéus Este/França	QUSU-CAT2
<i>Quercus suber</i> L.	Pirinéus Este/França	QUSU-CATA
<i>Quercus suber</i> L.	Puglia/Itália	QUSU-ITA
<i>Quercus suber</i> L.	Ain Rhami/Marrocos	QUSU-MA
<i>Quercus suber</i> L.	Haza de Lino/Espanha	QUSU-ESP
<i>Quercus suber</i> L.	País Basco/Espanha	QUSU-BASQ
<i>Sequoia sempervirens</i> (D.Don) Endl.	Califórnia Norte/EUA	SESE-NOC2
<i>Sequoia sempervirens</i> (D.Don) Endl.	Califórnia/EUA	SESE-COCA
<i>Sequoia sempervirens</i> (D.Don) Endl.	Califórnia Litoral/EUA	SESE-CALI
<i>Thuja plicata</i> Don ex D.Don	Idaho/EUA	THPL-IDA3
<i>Thuja plicata</i> Don ex D.Don	Washington/EUA	THPL-OLYM
<i>Thuja plicata</i> Don ex D.Don	Oregon/EUA	THPL-OREG